

Universitat de Lleida
Escola Politècnica Superior
Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Mecànica

Projecte de final de Carrera

DISSENY D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA I TÈRMICA, PER
COBRIR LES NECESSITATS ELÈCTRIQUES, HIDRÀULIQUES I ACS D'UN
HABITATGE

Autor: Àlex Moreno Bellostes
Director: Daniel Chemisana Villegas
Codirector: Joan Rosell
Juliol del 2014

PRÒLEG

Al llarg dels anys, les diverses civilitzacions han travessat moments crítics de reflexió que les han portat a canviar radicalment de rumb per embarcar-se cap a un nou futur i eludir així la seva decadència i desaparició. Algunes van aconseguir transformar-se a temps; unes altres no. Però, en el passat, les conseqüències de la caiguda de les civilitzacions sempre van estar limitades tant en l'espai com en el temps, i no van arribar a afectar el conjunt de l'espècie. El que diferencia al nostre període dels anteriors és la creixent probabilitat que es produeixi una alteració quantitativa de la temperatura i la química de la Terra, propiciada pel canvi climàtic, capaç de desencadenar el començament d'una extinció en massa d'espècies animals i vegetals que, en cas de materialitzar-se, podria implicar com a possibilitat molt real de l'anihilació total de la nostra espècie.

Durant la major part de la història, la nostra espècie va viure sincronitzada amb els ritmes del planeta. Però les energies dels combustibles fòssils emmagatzemats en el subsòl que van impulsar les dues primeres revolucions industrials van sostreure per primera vegada a la raça humana de les periodicitats de la Terra. Actualment, la il·luminació elèctrica permanent, la comunicació per Internet durant les vint-i-quatre hores del dia, els viatges intercontinentals amb avió, els torns de treball diürns i nocturns i mil i una activitats més han desactivat els nostres rellotges biològics primigenis. I el sol i el pas de les estacions s'han tornat molt menys rellevants per a la nostra supervivència (o això és, almenys, la qual cosa creiem).

La nostra dependència creixent d'un ric dipòsit de sol inert emmagatzemat en forma de combustible de base carbònica va generar la falsa il·lusió que el nostre èxit sobre la Terra depenia més de l'enginy humà i de la destresa tecnològica que dels cicles periòdics de la naturalesa. Ara sabem que això no és cert. La imposició d'uns ritmes artificials de producció (especialment, partir de la institucionalització de l'eficiència mecànica) ha portat gran riquesa material a una part significativa de la raça humana, però ha estat a costa de comprometre els ecosistemes de la Terra, amb les terribles conseqüències que això ha suposat per a l'estabilitat de la biosfera del planeta i per suposat amb la salut humana.

La Revolució SOLAR ens retrocedeix a la llum solar. En aprofitar els fluxos d'energia que travessen la biosfera terrestre (el sol, el vent, el cicle hidrològic, la biomassa, la calor geotèrmica i les ones i les mareas oceàniques), ens reconectem de nou amb els ritmes i periodicitats del planeta. Ens reintegrem en els ecosistemes de la biosfera i

aconseguim entendre que la nostra petjada ecològica individual afecta al benestar de tots els altres éssers humans i criatures del planeta.

Ha arribat l'hora de canviar a un sistema energètic baix en carboni. Esperem que en un termini de vint anys, cada edifici que construïm funcioni com si es tractés d'una "mini central elèctrica", capaç de generar tanta energia neta i renovable per cobrir les seves necessitats, com un excedent utilitzable per a altres finalitats. La revolució SOLAR comporta una ocupació d'energies renovables, construcció d'edificis que produeixin la seva pròpia energia i transició cap a l'ús d'hidrogen com a element de magatzematge energètic. El que està en joc és el futur de tots nosaltres i, per descomptat no hauríem de ser tan pedants com per pensar que la paraula "futur" significa únicament allò que vindrà després de nosaltres. No hem de perdre l'oportunitat de ser els inaguradors de la Revolució SOLAR.

0. ÍNDEX GENERAL

ÍNDEX GENERAL

1. Memòria.....	21
1.1 Introducció El Sol	21
1.2 Objecte.....	35
1.3 Abast.....	35
1.4 Antecedents	36
1.5 Normes i referències	36
1.6 Definicions i abreviacions	39
1.7 Requisits de disseny.....	40
1.8 Anàlisi de solucions	49
1.9 Resum del pressupost.....	100
1.10 Viabilitat econòmica i anàlisi ambiental.....	100
1.11 Conclusions.....	106
1.12 Futures Millores.....	107
1.12 Agraïments.....	109
2. Annexes.....	115
2.1 Annex 1: Càlcul instal·lació ACS	115
2.2 Annex 2: Càlcul de la instal·lació subministrament aigua	143
2.3 Annex 3: Càlcul instal·lació fotovoltaica.....	153
2.4 Annex 4 : Càlcul de la Viabilitat econòmica i anàlisi ambiental	173
2.5 Annex 5: Documentació tècnica	179
3. Plànols.....	221
3.1 Plànol de situació	221
3.2 Planol situació	223
3.3 Situació de les instal·lacions.....	225
3.4 Esquema instal·lació ACS	227
3.5 Esquema instal·lació bombeig FV	229
3.6 Esquema unifilar instal·lació FV	231
3.7 Connexionat mòduls FV	233
3.8 Connexionat Bateria.....	235
4. Plec de condicions	241
4.1 Solar tèrmica	241
4.1.2 Condicions generals de la instal·lació.....	243
4.2 Solar fotovoltaica.....	265
5. Estat d'amidaments	286

5.1 Relació de partides.....	286
5.2 Estat d'amidaments per partides	287
6. Pressupost.....	294
6.1 Pressupost per partides.....	294
6.2 Pressupost General.....	297

Índex Figures

Figura 1 Formes de captació de l'energia solar.....	21
Figura 2 Espectre electromagnètic amb longituds d'ona	22
Figura 3 Distribució espectral.....	22
Figura 4 Radiació solar incident a la superfície de la Terra	23
Figura 5 Radiació directa, difusa i del albedo.....	24
Figura 6 Moviment de la Terra	25
Figura 7 Representació del cel a través de l'esfera celeste.....	25
Figura 8 Distància Sol-Terra	27
Figura 9 Representació gràfica dels equinoccis i els solsticis	28
Figura 10 Duració del dia al llarg del any (per a una latitud aproximada de 40°)	28
Figura 11 Representació gràfica del azimuth i l'altura solar	31
Figura 12 Posició del col·lector solar tèrmic.....	44
Figura 13 Esquema de la situació dels dipòsits de subministrament i d'acumulació ..	45
Figura 14 Esquema global de les instal·lacions que conformen el projecte.....	49
Figura 15 Exemple dels sistemes de baixa, mitja i alta temperatura	50
Figura 16 Esquema instal·lació solar tèrmica amb circuit obert.....	51
Figura 17 Esquema instal·lació solar tèrmica amb circuit tancat	52
Figura 18 Circulació per termosifó	52
Figura 19 Esquema instal·lació solar tèrmica.....	53
Figura 20 Col·lector de placa vertical Figura 21 Col·lector de placa serpentí	55
Figura 22 col·lector tubular Heat Pipe.....	56
Figura 23 Acumulador d'intercanviador simple Figura 24 Acumulador d'intercanviador doble.....	59
Figura 25 Accessoris i peces incorporades en l'estació Solar	60
Figura 26 Vas d'expansió obert	61
Figura 27 Vas d'expansió tancat.....	61
Figura 28 Gràfic de la demanda d'ACS, energia produïda i fracció de cobertura.	68
Figura 29 Gràfic indicatiu de la selecció de la tecnologia més apropiada d'acord al volum diari i profunditat de bombeig. (Font: Ciemat)	71
Figura 30 Esquema tipus d'una instal·lació de bombeig fotovoltaic (Font: Ciemat)	72
Figura 31 Esquema de l'instal·lació del present projecte.	72
Figura 32 Instal·lació aïllada de la xarxa centralitzada.	80
Figura 33 Instal·lació solar aïllada descentralitzada.....	80
Figura 34 Esquema instal·lació fotovoltaica	81
Figura 35 Funcionament d'una cèl·lula solar.....	83
Figura 36 Circuit elèctric equivalent d'una cèl·lula solar.....	83
Figura 37 Corba característica V-I d'un mòdul FV.....	84
Figura 38 Efecte de la temperatura a la corba V-I.....	85
Figura 39 Efecte de la radiació a la corba V-I	85
Figura 40 Classificació de les cèl·lules solars.	86
Figura 41 Circuit elèctric equivalent d'un acumulador electroquímic	90
Figura 42 Variació típica de la capacitat en funció del temps de descarrega, indicada en % de C20	91
Figura 43 Variació típica de l'eficiència d'un inversor	94
Figura 44 Capacitat de descarrega d'un inversor de 2500 VA	95
Figura 45 Onda sinusoïdal pura, a l'esquerra i trapezoïdal, a la dreta.....	95
Figura 46 Gràfic de la energia produïda ,energia consumida i la fracció de cobertura	98

Figura 47 Període d'amortització de la instal·lació solar tèrmica	101
Figura 48 Període de retorn de la instal·lació solar fotovoltaica	102
Figura 49 Coordenades de la zona d'estudi	115
Figura 50 Definició del azimut Figura 51 Definició de l'azimut zona estudiada ...	115
Figura 52 Inclinió del captador	116
Figura 53 Gràfic càlcul pèrdues per orientació e inclinació	119
Figura 54 Gràfica comparativa dels rendiments	123
Figura 55 Gràfica comparativa dels ratis (€/W)	123
Figura 56 Gràfica comparativa dels rendiments	125
Figura 57 Gràfica comparativa dels ratis (€/W)	125
Figura 58 Gràfic fracció de cobertura mensual.....	132
Figura 59 Gràfic de la corba de funcionament de la bomba e identificació del punt de treball.....	138
Figura 60 Corba de funcionament de la bomba Lorentz.....	147
Figura 61 Situació dels mòduls solars instal·lació de bombeig.....	148
Figura 62 Situació geografia	148
Figura 63 Orientació de la zona on s'instal·larà ens mòduls fotovoltaics de la instal·lació de bombeig.....	149
Figura 64 Angle d'inclinació dels panells fotovoltaics instal·lació de bombeig	149
Figura 65 Disposició dels panells fotovoltaics	153
Figura 66 Situació de la instal·lació.....	153
Figura 67 Definició del angle azimut	154
Figura 68 Hores Solar Pic en funció de la inclinació dels panells solars.....	155
Figura 69 HSP mitja anual en funció de la inclinació del panell solar	155
Figura 70 Configuració de connexió dels mòduls fotovoltaics	161
Figura 71 Gràfic de la energia produïda ,energia consumida i la fracció de cobertura	171

Índex taules

Taula 1 Consums litres/dia segons els criteris de consum (Font: IDAE).....	41
Taula 2 Temperatura de l'aigua de xarxa (Font: Censolar)	42
Taula 3 Demanda d'aigua calenta Sanitaria en (MJ/mes)	43
Taula 4 Necessitats hidràuliques segons el tipus de planta (FONT: Jardinosfera)	45
Taula 5: Necessitats d'aigua diàries en litres	45
Taula 6 Consums energètics de l'habitatge	47
Taula 7 Tipus de Vàlvula segons aplicació	65
Taula 8 Avantatges e inconvenients dels diferents sistemes de bombeig.	70
Taula 9 Potències de referència elecció tensió de treball del circuit.....	82
Taula 10 Avantatges e inconvenients dels reguladors de carga PWM i MPPT.....	88
Taula 11 Secció del cablejat	96
Taula 12 Intensitat nominal del fusible	96
Taula 13 Resum pressupost execució material.....	100
Taula 14 Definició de les dades necessàries càlcul CO_2	104
Taula 15 Definició de les dades necessàries càlcul CO_2	105
Taula 16 Emissions de CO_2 segons el medi de transport.....	105
Taula 17 Radiació solar diària i mensual sobre una superfície horitzontal (Font: PVGIS)	116
Taula 18 Factor de correcció (Font: Plec de condicions d'instal·lacions de baixa temperatura)	117
Taula 19 Radiació solar diària i mensual sobre una superfície inclinada 25° (Font: PVgis)	117
Taula 20 Nombre d'hores de sol mensual (Font: Censolar)	118
Taula 21 Irradiància solar mitjana (W/m^2).....	118
Taula 22 Característiques principals dels col·lectors.....	122
Taula 23 Rendiment (%) i rati ($€/W$) dels diferents col·lectors.....	122
Taula 24 Característiques del col·lector Am_Tubosol 3000-15R.....	124
Taula 25 Rendiment (%) i rati ($€/W$) dels diferents col·lectors.....	124
Taula 26 Demanda d'aigua calenta sanitària ACS	127
Taula 27 Energia incident sobre un pla inclinat 25° (Font: PVgis)	127
Taula 28 Càlcul de la fracció solar	131
Taula 29 Propietats del fluid caloportador.	133
Taula 30 Pèrdues de carrega contínues de la canonada de DN 18.....	135
Taula 31 Coeficient de pèrdua singular dels accessoris.....	136
Taula 32 Pèrdues de carrega de les singularitats del circuit.....	137
Taula 33 Pèrdues de carrega contínues de la instal·lació	137
Taula 34 Aïllament mínim canonades (Font: IDAE)	139
Taula 35 Excés d'energia necessària de dissipació	140
Taula 36 Hores solar pic sobre una superfície inclinada 15° (Font: PVgis)	143
Taula 37 Pèrdues de carrega unitària segons el diàmetre interior de la canonada ...	144
Taula 38 Pèrdues de carrega contínues en tot el tram de canonada.....	145
Taula 39 Pèrdues de carga singulars.....	146
Taula 40 Irradiació solar (Font: PVgis)).....	150
Taula 41 Característiques disposició del panell solar.....	156
Taula 42 HSP sobre una superfície inclinada 40° (Font:PVgis).....	156
Taula 43 Característiques principals dels mòduls fotovoltaics.....	157
Taula 44 Coeficients de pèrdues de la instal·lació fotovoltaica (Font: Censolar)	158
Taula 45 Temperatura ambient mitja a la localitat d'Alcampell (Font: Censolar)	162

Taula 46 Característiques de les bateries.....	163
Taula 47 Longituds dels trams de cablejat elèctric.....	165
Taula 48 Caigudes de tensió admissibles.....	166
Taula 49 Seccions de cablejat dels diferents trams del circuit.....	168
Taula 50 Elecció de la intensitat de tall del fusible.....	169
Taula 51 Cobertura de la Instal·lació.....	170
Taula 52 Variables utilitzades en càlcul de la rendibilitat de la instal·lació (font: IDAE)	174
Taula 53 Amortització de la instal·lació solar tèrmica.....	174
Taula 54 Càlcul del cost unitari del l'energia solar tèrmica.....	175
Taula 55 Variables utilitzades en càlcul de la rendibilitat de la instal·lació (font: IDAE)	176
Taula 56 Càlcul del cost unitari del l'energia solar tèrmica.....	176
Taula 57 Variables per al càlcul del LCOE.....	177
Taula 58 Potència elèctrica de la bomba.....	258
Taula 59 Pla de vigilància.....	261
Taula 60 Sistema de captació.....	262
Taula 61 Sistema d'acumulació.....	263
Taula 62 Sistema d'intercanvi.....	263
Taula 63 Circuit hidràulic.....	263
Taula 64 Control de funcionament.....	264
Taula 65 Sistema d'energia auxiliar.....	264
Taula 66 Perdudes màximes permeses.....	265

1.MEMÒRIA

FULL D'IDENTIFICACIÓ

DADES DEL PROJECTE

Títol: Disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica i tèrmica, per cobrir les necessitats elèctriques, hidràuliques i ACS d'un habitatge

Emplaçament: PARTIDA LA GROSSA, ALCAMPELL

Coordenades UTM: X: 290185.31, Y: 4600974.14, Fus: 31, Hemisferi: N.

DADES DEL PROJECTISTA

Nom i Cognoms: Alex Moreno Bellostes

Titulació: Enginyeria Tècnica Industrial especialitat en Mecànica.

NIF: 47684924-J

Direcció: C/ LLuis Roca nº20 3º 2º

Telèfon: 650044981

Correu electrònic: alex@autoconsumamos.com

DATA I SIGNATURA

Lleida, 25 de Setembre del 2013

ÍNDEX DE LA MEMÒRIA

1. Memòria.....	21
1.1 Introducció El Sol	21
1.1.1 La energia del Sol	21
1.1.2. Radiació solar sobre la superfície de la Terra	21
1.1.3. Moviment Sol-Terra	24
1.1.4 La esfera celeste i el valor de la declinació solar.....	25
1.1.5 Distància Sol-Terra	26
1.1.6 Duració del dia i la nit.....	27
1.1.7 Posició del Sol. Coordenades solars.....	30
1.1.8 Constant solar i distribució espectral.....	32
1.1.9 Irradiància directa normal, difusa i global horitzontal	32
1.1.10 Posició relativa Sol-superfície horitzontal e inclinada	33
1.2 Objecte.....	35
1.3 Abast.....	35
1.4 Antecedents	36
1.5 Normes i referències	36
1.5.1 Disposicions legals i normes aplicades	36
1.5.1.1 Aplicades a sistemes solar tèrmics.....	36
1.5.1.2 Aplicats al sistemes solars fotovoltaics aïllats	37
1.5.2 Bibliografia	38
1.5.3 Altres referències	38
1.5.4 Programes informàtics	39
1.6 Definicions i abreviacions	39
1.7 Requisits de disseny.....	40
1.7.1 Requisits generals.....	40
1.7.2 Requisits d'ACS	41
1.7.2.1 Consums d'ACS	41
1.7.2.2 Demanda energètica d'ACS	42
1.7.2.3 Descripció de la ubicació de la instal·lació solar tèrmica.....	43
1.7.3 Requisits hidràulics	44
1.7.3.1 Demanda total de l'aigua	44
1.7.3.2 Longitud de la canonada i distància vertical entre dipòsits.....	45
1.7.4 Requisits elèctrics.	46
1.7.4.1 Demanda energètica.	46

1.7.3.1	Descripció de la ubicació de la instal·lació solar tèrmica.....	47
1.8	Anàlisis de solucions	49
1.8.1	Solució 1: Energia Solar tèrmica	50
1.8.1.1	Sistema solar tèrmic per Aigua calent sanitària.	53
1.8.1.2	Subsistema captador	55
1.8.1.2.1	Selecció del tipus de captador	57
1.8.1.3	Subsistema d'acumulació	58
1.8.1.3.1	Selecció del sistema d'acumulació	59
1.8.1.4	Bomba de circulació	60
1.8.1.5	Vas d'expansió	60
1.8.1.5.1	Selecció del vas d'expansió.....	62
1.8.1.6	Dissipador de calor	62
1.8.1.6.1	Selecció del dissipador de calor	63
1.8.1.7	Canonades	63
1.8.1.7.1	Selecció de les canonades	64
1.8.1.8	Fluid caloportador.....	64
1.8.1.8.1	Selecció del fluid caloportador	64
1.8.1.9	Altres elements del circuit.....	65
1.8.1.10	Sistema de regulació	66
1.8.1.10	Equips de mesura.....	67
1.8.1.11	Sistema auxiliar.	67
1.8.1.12.	Fracció solar.....	68
1.8.1.13	Mètode de dimensionament.....	68
1.8.2	Solució 2: Bombeig d'aigua.....	70
1.8.2.1	Subsistema motor-bomba.....	73
1.8.2.1.1	Selecció del motor/bomba	74
1.8.2.2	Subsistema de a condicionament de potencia.	74
1.8.2.2.1	Selecció subsistema de condicionament	75
1.8.2.3	Subsistema d'acumulació i distribució.....	75
1.8.2.3.1	Selecció del subsistema d'acumulació i distribució	75
1.8.2.4	Subsistema de generació	76
1.8.3	Solució3: Instal·lació fotovoltaica	79
1.8.3.1	Instal·lació fotovoltaica aïllada	81
1.8.3.2	Tensió nominal del sistema	82
1.8.3.3	Subsistema de generació	82

1.8.3.3.1 Selecció del Subsistema de generació	86
1.8.3.4 Subsistema de regulació	87
1.8.3.4.1 Selecció del Subsistema de regulació	89
1.8.3.4 Subsistema d'acumulació	89
1.8.3.3.1 Selecció del Subsistema d'acumulació	93
1.8.3.4 Subsistema de condicionament de potencia	93
1.8.3.4.1 Selecció del Subsistema de condicionament de potencia	95
1.8.3.5 Selecció del cablejat i les proteccions de la instal·lació	96
1.8.3.6 Instal·lació de toma a terra.	96
1.8.3.7 Anàlisi de la fracció de cobertura	97
1.8.3.8 Mètode de dimensionat de la instal·lació	98
1.9 Resum del pressupost	100
1.10 Viabilitat econòmica i anàlisi ambiental	100
1.10.1 Viabilitat econòmica	101
1.10.1.1.Solar tèrmica	101
1.10.1.2.Solar fotovoltaica	102
1.10.2 Anàlisi ambiental	104
1.11 Conclusions.....	106
1.12 Futures Millores.....	107
1.12 Agraïments.....	109

1. Memòria

1.1 Introducció El Sol

1.1.1 La energia del Sol

Gairebé tota l'energia de què disposem prové del sol. El sol és la causa dels vents, de l'evaporació de les aigües superficials, de la formació de núvols, de les pluges i, per tant, dels salts d'aigua. La seva calor i la seva llum són la base de nombroses reaccions químiques indispensables per al desenvolupament dels vegetals i dels animals que, amb el pas dels segles, han originat combustibles fòssils com el carbó o el petroli. La radiació solar té una altra importància cabdal: altres formes d'energia renovable, com el vent, les ones o la biomassa no són més que manifestacions indirectes d'aquesta.

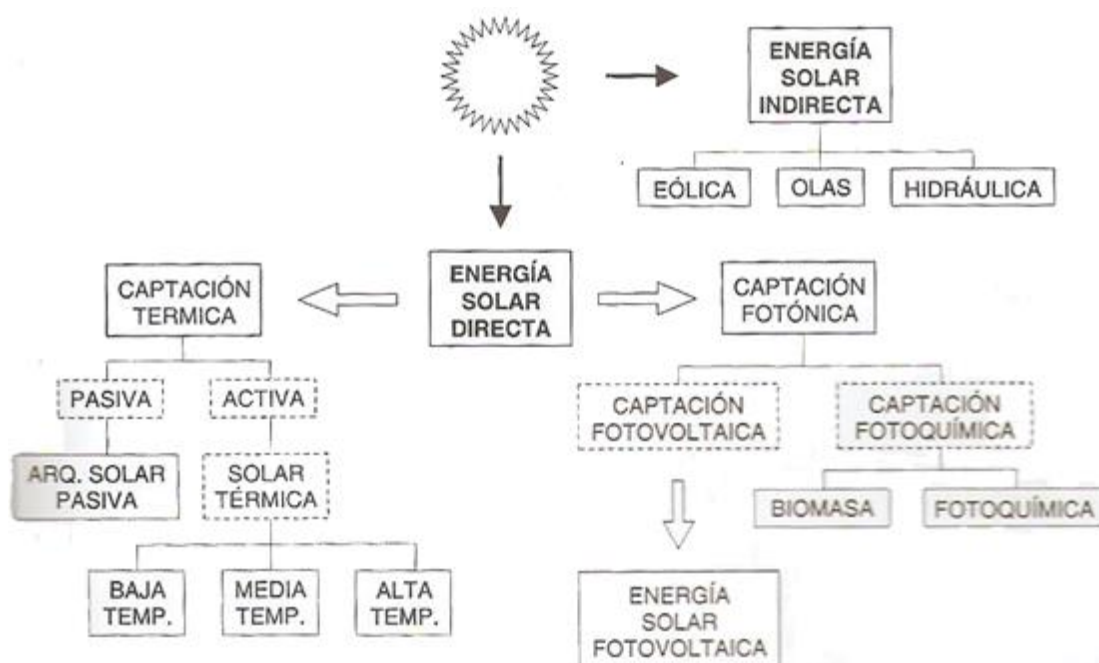


Figura 1 Formes de captació de l'energia solar.

1.1.2. Radiació solar sobre la superfície de la Terra

La radiació solar interceptada per la Terra constitueix la principal font d'energia renovable al nostre abast. La quantitat d'energia solar captada per la Terra anualment és aproximadament de $5,4 \times 10^{24}$ J, una xifra que representa 4.500 vegades l'energia que es consumeix.

La radiació solar està formada per una mescla d'ones electromagnètiques de diferents freqüències. Algunes d'elles (la longitud d'ona compresa entre $0,4 \mu\text{m}$ i $0,7 \mu\text{m}$) poden ser detectades per l'ull humà, constituint el que es coneix com a llum visible. Altres encara que no en són visibles, però fan notar igualment els seus efectes, en cedir als cossos negres l'energia que transporten.

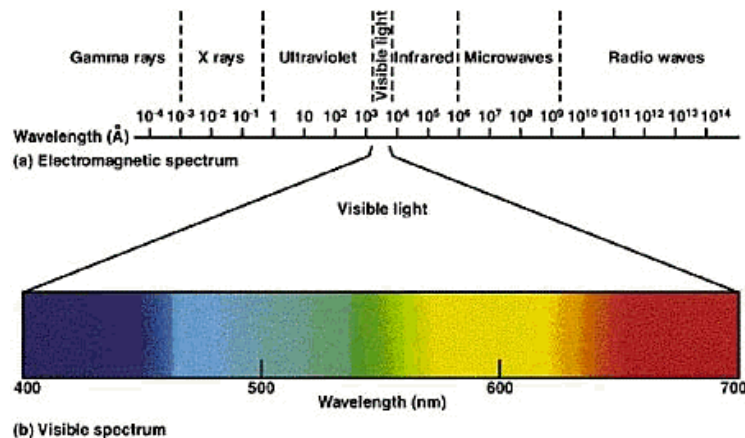


Figura 2 Espectre electromagnètic amb longituds d'ona

La radiació solar és una manifestació electromagnètica de l'energia que presenta una ampla distribució espectral, és a dir, una gran varietat de components elementals de diferents longituds d'ona (podeu veure-ho a la figura 2). El rendiment de qualsevol conversió solar depèn del marge de radiacions per a les que pot treballar (els materials dels quals estan formats els captadors determinen fonamentalment aquesta propietat). Per això, és necessari utilitzar models de radiació solar que descriuen la seva composició espectral i diferencien els efectes atmosfèrics sobre cada component.

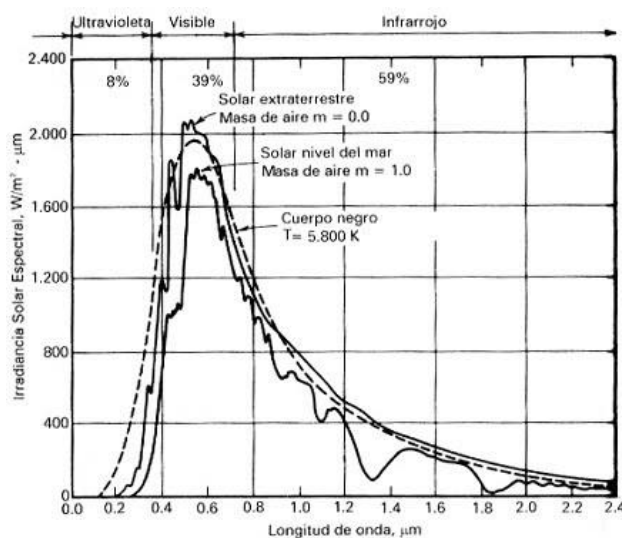


Figura 3 Distribució espectral

La radiació que ens arriba a nosaltres no és una cosa constant, sinó que varia de forma aleatòria a causa de diversos efectes que provoca sobre ella l'atmosfera terrestre.

La intensitat de radiació solar que rep la Terra oscil·la entre els 1.300 i els 1.400 W/m² aproximadament. Les pèrdues a l'atmosfera per reflexió, absorció i dispersió redueixen aquest valor al voltant d'un 30%, amb una intensitat de radiació per part de la Terra al voltant dels 1.000 W/m². Aquests valors poden variar depenent de les condicions climatològiques. Per exemple, en un dia sense sol, els valors d'intensitat de radiació es poden reduir fins als 150 o 50 W/m². Aquesta baixa densitat de radiació i l'efecte negatiu de determinades condicions climatològiques obliga a utilitzar superfícies de captació grans, sobretot si es volen aconseguir valors significatius d'aprofitament energètic.

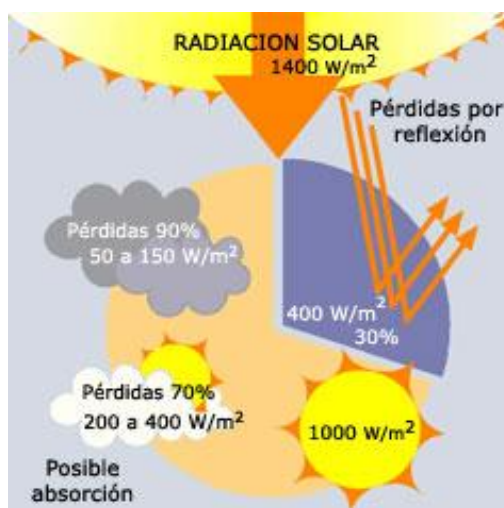


Figura 4 Radiació solar incident a la superfície de la Terra

Malgrat la seva abundància, l'aprofitament de l'energia solar està condicionat principalment per tres aspectes: la intensitat de la radiació solar rebuda per la Terra, els cicles diaris i anuals a què està sotmesa i les condicions climatològiques de cada lloc. La utilització profitosa de la radiació solar com a font d'energia està directament lligada a la situació geogràfica del lloc escollit per aprofitar-la i de les variacions temporals.

La radiació global directa que ens arriba (procedent directament del sol) es reflecteix per la presència de núvols, el vapor d'aigua, etc., i es dispersa per les molècules d'aigua, el pols en suspensió, etc,. Per tot això, la radiació solar que arriba a una superfície es divideix en tres parts:

Radiació *directa* (I). És la formada pels rajos procedents del sol directament.

Radiació *difusa* (D). És la procedent de tota la volta celeste, excepte la que arriba del sol. És originada per els efectes de dispersió dels components de l'atmosfera, inclòs els núvols.

Radiació del *albedo* (R). Procedent del terra, a causa de la reflexió de part de la radiació incident sobre ell. Depèn molt directament la naturalesa d'aquest. El quocient entre la radiació reflectida i la incident en la superfície de la terra s'anomena albedo.

La suma d'aquets components dóna lloc a la radiació global (G).

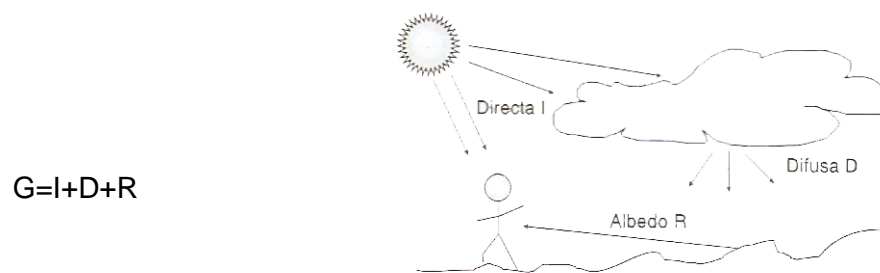


Figura 5 Radiació directa, difusa i del albedo

Respecte a l'aprofitament de l'energia solar, es pot parlar de dos tipus de sistemes: els que converteixen la radiació solar en electricitat mitjançant tecnologia fotovoltaica i els que s'utilitzen per a la producció d'energia tèrmica. També cal considerar la possibilitat de fer un ús més global de la radiació solar, la llum natural i les condicions climatològiques concretes de cada emplaçament a la construcció d'edificis mitjançant el que s'ha anomenat arquitectura bioclimàtica.

1.1.3. Moviment Sol-Terra

La Terra té dos moviments diferents, que porta a terme al mateix temps. Un de rotació, al voltant d'un eix que passa per els pols (eix polar), amb una velocitat aproximada d'una volta per dia, i un de translació, al voltant del sol, descrivint una òrbita el·líptica en què aquest ocupa un dels focus. El pla que conté aquesta òrbita se'n diu pla de l'Eclíptica i triga un any en ser recorregut al complet.

L'eix polar, sobre el qual gira la Terra, es manté en una direcció aproximadament constant, i forma un angle de $23,45^\circ$, amb el pla de l'Eclíptica, denominat obliqüetat de l'Eclíptica. A causa d'aquesta obliqüetat, l'angle format pel pla equatorial de la Terra amb

la recta que uneix els centres del nostre planeta i el Sol està canviant permanentment entre $+23,45^\circ$ i $-23,45^\circ$. Aquest angle es coneix com declinació solar (δ). En un sol dia es considera que la declinació sol pot variar com a màxim en $0,5^\circ$, encara que habitualment i a mode de facilitar càlculs posteriors es considera constant per a cada dia del any.

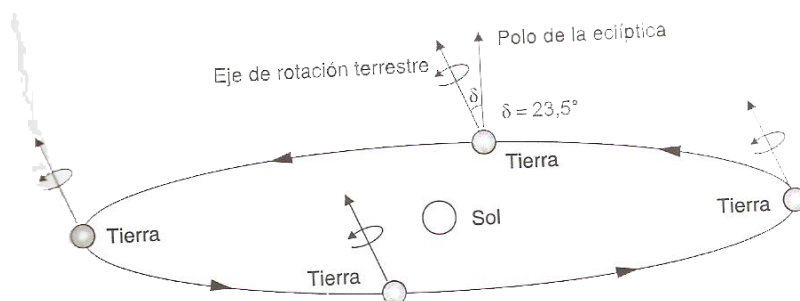


Figura 6 Moviment de la Terra

1.1.4 La esfera celeste i el valor de la declinació solar

Encara que es coneix que la Terra és la que gira al voltant del sol i no al revés, a efectes pràctics encara resulta útil, i condueix als mateixos resultats, suposar que l'astre rei és el que gira al voltant del nostre planeta, descrivint una òrbita aproximadament circular (en realitat es tracta d'una el·lipse molt poc pronunciada). Amb aquest model fictici, el sol es comporta com una lluminària que s'eleva cada dia des de l'est i cap a l'oest, descrivint en el cel un arc més o menys ampli, segons l'època de l'any.

Aquesta forma clàssica de representació del cel consisteix en imaginar una esfera amb la Terra fixa en el seu centre, com s'indica a la figura 7. Aquesta forma se la coneix amb el nom d'esfera celeste i cada un dels seus punts representa una direcció del cel vista des de la Terra. La seva intersecció amb el pla de l'equador terrestre defineix l'equador celeste. Els punts d'intersecció amb l'eix polar terrestre es diuen pols celestes.

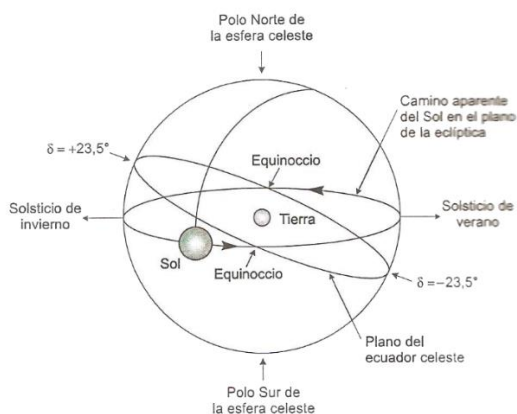


Figura 7 Representació del cel a través de l'esfera celeste

El moviment de la Terra al voltant del sol es pot descriure, utilitzant aquesta forma de representació, com un moviment del sol al voltant de la Terra seguint el màxim cercle que forma un angle de $23,45^\circ$ amb l'equador celeste i que es denomina Eclíptica. El sol recorre aquest cercle una vegada l'any i l'esfera celeste gira una vegada al dia al voltant de la Terra, que roman fixa. D'aquesta forma el sol descriurà diàriament i al voltant de la Terra, un cercle on el seu diàmetre canvia dia a dia, sent màxim en els equinoccis i mínim en els solsticis. Els sentits de gir del sol sobre l'Eclíptica i de l'esfera celeste al voltant de la Terra siguin contraris.

Existeix una expressió que permet calcular en graus el valor de la declinació (δ) per a qualsevol dia i hora del any d'una manera precisa.

$$\delta(^{\circ}) = (0,006918 - 0,399912 \cdot \cos \Gamma + 0,070257 \cdot \sin \Gamma - 0,006758 \cdot \cos 2\Gamma + 0,000907 \cdot \sin 2\Gamma - 0,002697 \cdot \cos 3\Gamma + 0,00148 \cdot \sin 3\Gamma) \cdot (180/\pi) \quad (1)$$

En aquesta expressió, en radians, es coneix com el angle diari,

$$\Gamma = 2\pi (d_n - 1)/365 \quad (2)$$

sent d_n el dia de l'any, començant a contar a partir de l'1 de gener i considerant que febrer té 28 dies, amb el que el 365 correspon sempre al 31 de desembre.

1.1.5 Distància Sol-Terra

La petita excentricitat de l'Eclíptica (0,01673) fa que la distància entre el sol i la Terra variï d'acord amb l'equació (3).

$$\varepsilon_0 = \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 = 1,000110 + 0,034221 \cdot \cos \Gamma + 0,0012380 \cdot \sin \Gamma + 0,000719 \cdot \cos 2\Gamma + 0,000077 \cdot \sin 2\Gamma \quad (3)$$

El valor de Γ s'obté d'acord amb l'equació (2) i r_0 és la distància entre el sol i la Terra i r_0 és un valor mig, igual a $1,496 \cdot 10^8$ km, i sol denominar-se unitat astronòmica UA.

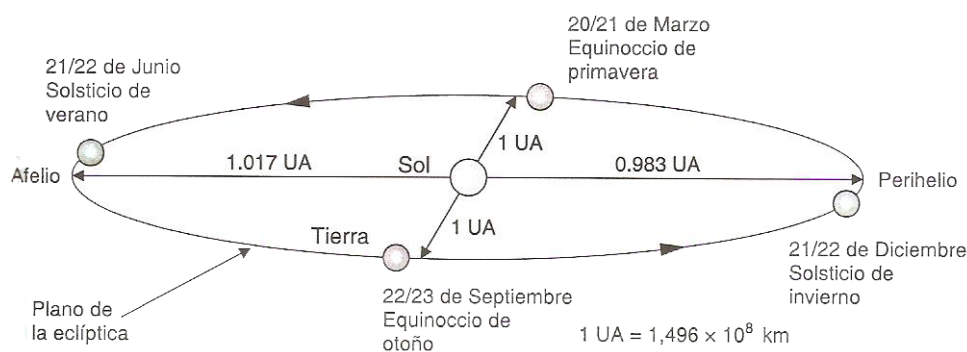


Figura 8 Distància Sol-Terra

Les equacions (1) i (3) tenen en compte el fet que la velocitat angular de la Terra en el seu camí sobre l'Eclíptica és variable i s'ajusta a la coneguda llei de Kepler, segons la qual els planetes fan àrees iguals en temps iguals. Però, per a la majoria de les aplicacions d'enginyeria, l'aproximació de considerar que la Terra gira al voltant del sol amb una velocitat angular constant és molt còmoda i condueix a una exactitud suficient. En aquest cas, les equacions (1) i (3) poden substituir-se per unes més senzilles:

$$\delta(^{\circ}) = 23,45 \cdot \sin[(360/365)(d_n + 284)]$$

$$\varepsilon_0 = 1 + 0,033\cos(360 \cdot d_n/365)$$

A la primavera i a l'estiu l'arc de la trajectòria solar és més gran, el sol s'eleva més sobre l'horitzó i roman més temps brillant en el cel. Per contra, a l'hivern els punts de l'horitzó per on surt el sol i s'oculta estan més pròxims entre ells, la trajectòria és més curta i menys elevada i el temps (duració del dia solar) que transcorre entre l'alba i la posta de sol és molt menor.

1.1.6 Duració del dia i la nit

L'obliquïtat de l'Eclíptica permet explicar, per un costat, el diferent escalfament de la Terra en funció de la seva posició en la òrbita (estacions), i per l'altre, la diferent duració del dia i de la nit al llarg de l'any.

La superfície terrestre rep els rajos amb una incidència diferent, segons l'època de l'any, i per tant, l'energia efectiva que incideix en un metre quadrat de superfície horitzontal varia considerablement. A l'hivern els rajos del sol cauen amb un angle petit respecte la horitzontal, cosa contrària que a l'estiu en què l'angle és força més gran. Per aquesta raó, l'energia total incident en un determinat període de temps –per exemple, una hora–

, també és força superior en les hores centrals del dia (cap al migdia) que en les hores properes a l'alba o a la posta de sol.

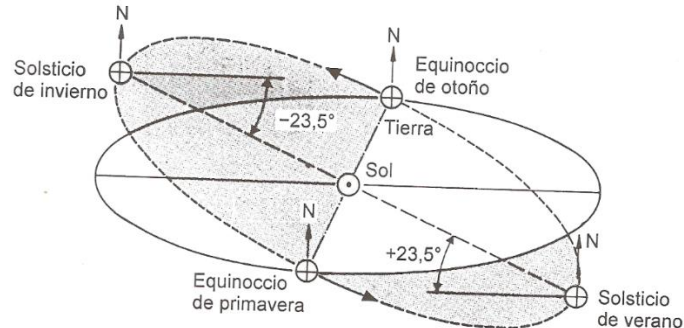


Figura 9 Representació gràfica dels equinoccis i els solsticis

La declinació solar s'anul·la als equinoccis de primavera (20/21 de març) i de la tardor (22/23 de setembre). En aquests dies, el sol es troba en l'equador, la durada del dia és igual a la de la nit en tota la Terra i les posicions de sortida i de posta de sol coincideixen amb l'est i l'oest, respectivament. En el solstici d'estiu la declinació és $\delta=23,45^\circ$ i el sol es troba en el tròpic de càncer, allò que en l'hemisferi nord es tradueix en el dia més llarg de l'any i la nit més curta de l'any. En el solstici d'hivern la declinació és $\delta=-23,45^\circ$ i el sol es troba en el tròpic de càncer, allò que es tradueix en l'hemisferi nord en el dia més curt de l'any i la nit més llarga del any.

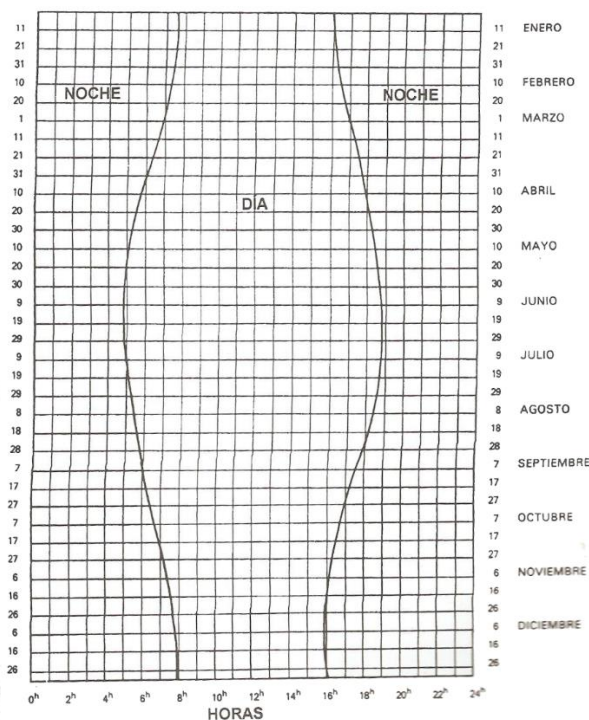


Figura 10 Duració del dia al llarg de l'any (per a una latitud aproximada de 40°)

A causa que la Terra, en la seva trajectòria al voltant del sol, no segueix un perfecte moviment circular uniforme, el temps transcorregut fins que el sol passa dues vegades consecutives per una mateixa posició angular en la volta celeste no és constant i igual a 24 h, sinó que varia al llarg del any.

Com la hora civil o normal (la que marqui el rellotge) ha de ser uniforme (per raons òbvies), es produeix un desfasament, variable al llarg del any, entre temps civil i temps solar.

Aquest desfasament es reflecteix en la denominada equació del temps (E_T), la qual mesura la diferència entre el temps solar (L_{ST}) i el temps de rellotge (L_{CT})

$$E_T = L_{ST} - L_{CT} \quad (4)$$

que expressada en minuts té la forma:

$$E_T = 229,18 \cdot (0,00007 + 0,001868 \cdot \cos\omega - 0,032077 \cdot \sin\omega - 0,014615 \cdot \cos 2\omega - 0,04089 \sin 2\omega)$$

Com habitualment els càlculs de la radiació estan efectuats a partir del temps local aparent o temps solar real i les necessitats del usuari, així com els paràmetres meteorològics solen estar referits a la hora oficial del lloc, es precís relacionar de alguna forma ambdues magnituds. Aquest càlcul és el següent:

$$\omega(\text{hores}) = T_0 - 12 + E_T - A_0 - (L_L - L_H)/15 \quad (5)$$

ω : Temps solar verdader o hora solar (L_{ST})

T_0 : Temps oficial de la zona

E_T : Equació del temps (4)

A_0 : Avançament oficial sobre el us horari

L_L : Longitud del lloc

L_H : Longitud del meridià d'origen del us horari corresponent

Lògicament, quan major és la duració del dia solar, més quantitat d'energia es podrà recollir al llarg del mateix. A més a més, un altre factor encara més important que el de la duració del dia, és el fet que quant menys elevada sigui la trajectòria solar, amb inferior angle incidiran els rajos amb respecte el terra horitzontal, segons s'ha dit, la intensitat serà menor, en haver de repartir-se l'energia en una àrea major.

En aquest apartat s'ha volgut explicar o definir, diferents magnituds i conceptes que es fan servir habitualment quan es treballa amb l'energia solar.

A continuació es resumeixen les principals definicions en relació a la radiació solar.

1.1.7 Posició del Sol. Coordenades solars

A l'hora d'estudiar la inclinació més adequada a la que s'han d'orientar els generadors tèrmics o fotovoltaics, és necessari precisar la posició del sol en cada instant per optimitzar el seu rendiment. El sistema més apropiat per a definir en cada una d'aquestes posicions és el de coordenades horitzontals. En aquest sistema l'origen se situa situat en la posició del receptor. El pla fonamental és l'horitzontal (tangent a la superfície terrestre). La perpendicular a aquest pla en la direcció de la celeste superior es defineix com el zenit del lloc. En la direcció oposada (travessant la Terra) se situa el nadir. Les direccions principals sobre el pla horitzontal són la nord-sud (intersecció amb el pla meridià del lloc) i la perpendicular a ella. La direcció est-oest (intersecció amb el pla denominat primer vertical). Respecte al sistema anteriorment descrit, la posició del sol es defineix mitjançant els següents paràmetres:

Latitud del la zona (Φ): És el complementari de l'angle format per la recta que uneix el zenit i el nadir amb l'eix polar. És positiva cap al nord i negativa cap al sud.

Meridià de la zona: Cercle màxim de l'esfera terrestre que passa pel lloc i els pols.

Distància zenital (θ_z): És l'angle format pel radi vector punt-Terra i la vertical del lloc. És positiva a partir del zenit.

Altura solar (α): Angle que formen els rajos solars sobre la superfície horitzontal. És el complementari de la distància zenital.

Azimut (ψ): Angle que formen per la trajectòria del Sol sobre el pla del horitzó amb la direcció sud. Positiu (0 a 180 graus) cap l'oest i negatiu cap a l'est (0 a 180 graus).

Horitzó: Lloc geomètric dels punts amb altura 0.

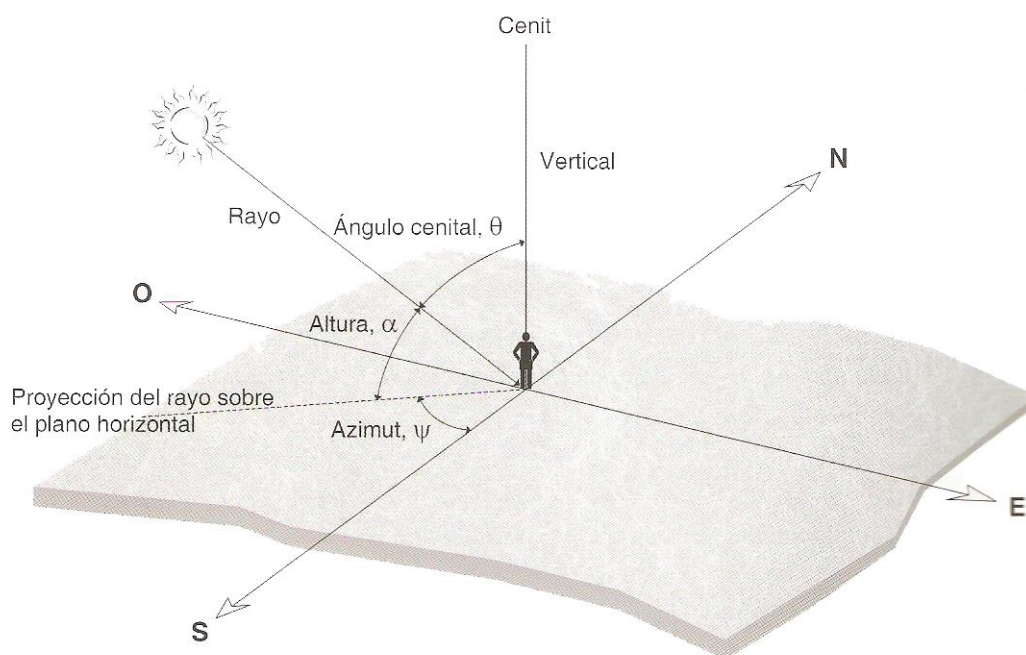


Figura 11 Representació gràfica del azimut i l'altura solar

La quantitat diària d'energia incident sobre la superfície d'un generador tèrmic o fotovoltaic fix, per un període específic de temps i per una orientació i una inclinació donades depèn d'una gran quantitat de factors, com la latitud, la declinació solar i l'efecte de l'atmosfera sobre l'energia solar, determinat principalment per la nuvolositat, les gotes de pluja, el turbol de l'atmosfera i la reflectivitat de la superfície. La quantitat de radiació incident es pot també veure disminuïda per l'ombra d'objectes propers o de panells pròxims al generador. És pràctica comú, no obstant orientar la superfície dels panells al Sud, per a superfícies que estan al hemisferi nord (al Nord per les del hemisferi Sud), lo que es coneix com orientar el panell cap l'equador.

En el que respecte a la inclinació òptima s'han especificat alguns criteris que agafen com a referència la latitud i que aconsellen valors per la inclinació compresos, dins del rang latitud $\pm 20^\circ$. A l'hora de parlar del angle de inclinació, 5° per sobre o per sota no influiran massa al funcionament total. Felske assegura inclús que per el cas de captadors solars plans, donat un azimut, en un entorn $\pm 10^\circ$ del angle de inclinació òptim, el comportament es pràcticament el mateix.

1.1.8 Constant solar i distribució espectral

Les dades de referència de la radiació solar se solen establir per les condicions de distància mitja sol-Terra. Aquestes dades són les anomenades constant solar i la seva distribució espectral.

La constant solar és la irradiància sobre una superfície unitària orientada normalment a la direcció del rajos solars i situada fora de l'atmosfera terrestre a la distància astronòmica ($1,496 \times 10^{11} \text{ m}$, que és la distancia mitja sol-Terra). No és una veritable constant atès que varia lleugerament (entre un 0,1% i un 0,2%) respecte el seu valor central, encara que s'accepta $I_{CS} = 1367 \text{ W/m}^2$.

La distribució espectral de la constant solar es representa gràficament en la *figura 3* i es troba normalment tabulada. D'aquestes dades cal destacar l'existència d'un màxim per a longitud d'ona al voltant dels 460nm, i que en l'interval $0\mu\text{m}$ i $1,1 \mu\text{m}$ (que correspon a les radiacions que poden ser convertides pel silici) la irradiància integrada representa aproximadament el 75% del total).

1.1.9 Irradiància directa normal, difusa i global horitzontal

La irradiància normal és calcula com:

$$I_n = 0,9751 I_{ext} T_b \quad (6)$$

on T_b es defineix com la transmissància de la irradiància directa normal i depèn de:

$$T_b = T_o \cdot T_g \cdot T_w \cdot T_r \cdot T_a$$

On:

T_o : Transmissància deguda a l'absorció del ozo.

T_g : Transmissància deguda a l'absorció de gasos mesclats uniformement.

T_w : Transmissància deguda a l'absorció del vapor d'aigua.

T_r : Transmissància deguda al efecte de dispersió per les molècules d'aire.

T_a : Transmissància deguda a l'atenuació per aerosols

I per la seva part

$$I_{ext} = I_{CS} \cdot \varepsilon_0$$

Sent I_{CS} la constant solar (definida anteriorment) i ε_0 la excentricitat, per lo que aquesta irradiància presenta el valor màxim de 1415 W/m^2 el 3 de gener, i el mínim de 1321 W/m^2 el 4 de juliol.

Per al càlcul de la irradiància difusa horitzontal, I_{dh} , es divideix aquesta en tres possibles fonts: deguda a la dispersió per l'efecte Raleigh, I_{dr} , la deguda als aerosols, I_{da} , i la deguda a la reflexió múltiple entre la Terra i l'atmosfera, I_{dm} .

$$I_{dh} = I_{dr} + I_{da} + I_{dm} \quad (7)$$

Resultant d'aquesta manera que la irradiància global horitzontal és la suma de les irradiàncies directa i difusa horitzontals, essent el seu valor:

$$I_{gh} = I_n \cdot \sin \alpha + I_{dh} \quad (8)$$

En el cas que la superfície es trobi inclinada respecte l'horitzó, la irradiància directa sobre la superfície inclinada respecte l'horitzó, la irradiància directa sobre la superfície inclinada és:

$$I_i = I_n \cdot \cos \theta \quad (9)$$

Essent θ l'angle d'incidència entre la normal a la superfície i el vector Terra-sol. (veure apartat següent).

1.1.10 Posició relativa Sol-superfície horitzontal e inclinada

Tant important com la quantitat absoluta d'energia rebuda és la inclinació amb la que les ones de radiació (és a dir, els rajos del sol) incideixen sobre una superfície, ja que això farà que l'energia es reparteixi en un àrea més o menys extensa, disminuint o augmentant la seva intensitat.

Per conèixer quina és la posició del sol en cada moment, és necessari i suficient saber quant valen les coordenades que la defineixen (distància zenital i azimuth) respecte un punt de una latitud determinada Φ . Aquesta es pot calcular mitjançant les expressions:

$$\cos \theta_z = \sin \delta \cdot \sin \phi + \cos \delta \cdot \cos \phi \cdot \cos \omega = \sin \alpha \quad (10)$$

$$\cos\psi = (\sin\alpha \cdot \sin\phi - \sin\delta)/(\cos\alpha \cdot \cos\phi) \quad (11)$$

Sent ω el temps solar verdader calculat en (5)

L'equació (10) pot utilitzar-se per a calcular l'angle de sortida del sol sabent que en aquest moment $\theta_z = 90^\circ$.

$$\omega_s = -\arccos(-\tan\phi \cdot \tan\delta) \quad (12)$$

L'angle de la posta de sol és igual a $-\omega_s$ i la longitud del dia és:

$$N_d = 2 \cdot |\omega_s| \quad (13)$$

La posició d'una superfície arbitràriament inclinada es descriu mitjançant dos paràmetres:

-Pendent o inclinació (β): Angle d'elevació sobre l'horitzó.

- Azimut(ψ): Angle constituït pel meridià del lloc i la projecció sobre el pla horitzontal de la normal de la superfície, amb origen al sud, positiu cap a l'est i negatiu cap a l'oest.

Amb això, l'angle d'incidència (θ) del sol sobre la normal a una determinada superfície, orientada al sud, es pot calcular amb l'equació (14):

$$\cos\theta = \sin\delta \cdot \sin(\phi - \beta) + \cos\delta \cdot \cos\omega \cdot \cos(\phi - \beta) \quad (14)$$

1.2 Objecte

L'objecte del present projecte és el disseny d'un sistema autònom que permeti proveir energèticament una casa de camp mitjançant energies renovables.

Es pretén condicionar la casa perquè permeti la seva habitabilitat diària, per això es pretén equipar-la de subministrament elèctric i aigua calenta sanitària. Totes dues instal·lacions es realitzaran mitjançant captador solars, en el cas del subministrament elèctric amb panells fotovoltaics i per l'aigua calenta sanitària mitjançant panells tèrmics. Una de les millores que també es volen implantar és el subministrament elèctric d'aigua per al propi ús domèstic i per al regadiu de la zona enjardinada.

1.3 Abast

En aquest projecte es realitzaran primerament els càlculs de les necessitats d'aigua calenta sanitària per poder dimensionar el sistema solar tèrmic. S'estudiarà la possibilitat que aquest sistema tèrmic no li faci falta cap element elèctric (bomba). En el cas que no sigui possible aplicar aquest sistema, s'haurà de tenir en compte el càlcul de les necessitats elèctriques. Per tant, es dimensionaran tots els components del sistema solar tèrmic.

Es farà el càlcul de les necessitats hidràuliques de l'habitatge i de la zona enjardinada per poder dimensionar correctament el sistema de bombeig. Es plantejarà la possibilitat d'incloure aquest sistema dins les necessitats elèctriques de l'habitatge o de fer un circuit elèctric independent per proveir aquesta demanda.

Un cop sabudes totes les necessitats elèctriques de l'habitatge, es dimensionarà el sistema fotovoltaic amb tots els seus components, per tal que pugui complir les necessitats establertes.

El sistema fotovoltaic es dimensionarà seguint el plec de condicions tècniques d'instal·lacions aïllades de la xarxa (IDAE).

Es farà un estudi econòmic de la instal·lació de panells fotovoltaics respecte altres possibilitats que s'haguessin pogut adoptar, per tal de satisfer les necessitats elèctriques.

No entra en l'abast d'aquest projecte la instal·lació elèctrica interior de la casa.

No entra en l'abast d'aquest projecte la instal·lació hidràulica interior de la casa.

No entra en l'abast d'aquest projecte el dimensionament de les estructures que suportaran el panells fotovoltaics i tèrmics.

1.4 Antecedents

Es disposa d'una casa de camp, situada a la partida de la Grossa, al terme municipal d'Alcampell, província d'Ossa.

La casa és una construcció que data de principis del s. XX, feta amb tova. Aquesta casa durant el S.XX va tenir la funció de casa d'estiu, en què s'utilitzava com habitatge, en l'època de la sega fins que acabava l'estiu.

En els darrers anys, s'ha fet un seguit de reformes per aconseguir la correcta habitabilitat; també s'ha col·locat un nou paviment, s'han arreglat les parets interiors, s'ha instal·lat un sistema de desaigües, i s'ha fet la instal·lació interior elèctrica i hidràulica.

La casa està formada per una única planta de 90 m^2 , amb un teulat a dos aigües, el que fa que l'altura màxima a l'interior de la casa sigui de 4m. La casa està situada entre dos magatzems on encara s'utilitzen per guardar el gra. També disposa d'un pati interior d'uns 150 m^2 on hi ha una zona enjardinada. A la part del davant és on se situa la part de cultiu.

La casa està encarada amb direcció sud-oest. A 70 m de la casa es troba un envasament d'uns 300 m^3 , connectat a un depòsit adjacent del qual s'extrau l'aigua per a l'ús domèstic, aquest està a uns 7 m per sota del nivell de la casa.

1.5 Normes i referències

1.5.1 Disposicions legals i normes aplicades

1.5.1.1 Aplicades a sistemes solar tèrmics

UNE 94003:2007 Datos climáticos para el dimensionado de instalaciones solares térmicas.

UNE-EN 12977-1:2012 Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 1: Requisitos generales para los calentadores de agua solares y las instalaciones solares combinadas.

UNE-EN 12977-2:2012 Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 2: Métodos de ensayo para los calentadores de agua solares y las instalaciones solares combinadas.

UNE-EN 12977-4:2012 Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 4: Métodos de ensayo del rendimiento para las instalaciones solares combinadas.

UNE-EN 12977-5:2012 Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 5: Métodos de ensayo del rendimiento para los sistemas de regulación.

UNE-EN 12976-1:2006 Sistemas solares térmicos y sus componentes. Sistemas prefabricados. .

Real Decreto 1244/1979, de 4 de Abril de 1979, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.

Real decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionel·losis.

UNE-EN ISO 9488:2001 Energía solar. Vocabulario. (ISO 9488:1999).

CTE (Código Técnico de la Edificación) **Documentos Básicos** HE1, HE2, HE4, (El HE3 se refiere a eficiencia de la iluminación y el HE5 a la demanda fotovoltaica).

RITE 2013 Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios

UNE 157001 “Criterios generales para la elaboración de proyectos”.

Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), i bàsicament el Document Bàsic HE Estalvi d'energia (DB HE 2009).

“Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios” (RITE).

UNE 94002 “Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria”.

1.5.1.2 Aplicats al sistemes solars fotovoltaics aïllats

REBT Reglament electrotècnic per a baixa tensió.

RITE (Código Técnico de la Edificación)

UNE-EN 61173:1998 Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía. Guía.

UNE-EN 61194:1997 Parámetros característicos de los sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.

UNE-EN 61277:2000 Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.

UNE-EN 61702:2000 Evaluación de sistemas de bombeo fotovoltaico (FV) de acoplo directo.

UNE-EN 61724:2000 Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.

UNE-EN 61725:1998 Expresión analítica para los perfiles solares diarios

UNE-EN 61727:1996 Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.

UNE-EN 61829:2000 Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.

1.5.2 Bibliografia

Energia Solar Fotovoltaica. Autores: *Javier María Méndez Muñiz. Rafael Cuervo García.* Editorial FC. ISBN 978-84-92735-58-7

Energia Solar Térmica de Baja Temperatura. Autores: *M.Castro Gil- A. Colmenar Santos.* Editorial PROGENSA 2008. ISBN 978-84-95693-46-4

Guia del Instalador de Energías Renovables. Autor: *Tomás Perales Benito.* Edit. Creaciones Copyright. 2005. ISBN 84-96300-14-5

Guia Completa de la energia Solar Fotovoltaica i Termoeléctrica. Autor: *Jose M^a Fernández Salgado.* Edit: *A.Madrid Vicente.* 2008 ISBN 84-96709-12-4

Ingenieria Fotovoltaica. Volumen III. Autor: *E. Lorenzo.* Editorial ProgenSA 2014. ISBN 84-95693-32-7

Curso de Experto Profesional en Energía Fotovoltaica . *Censolar.* Editorial ProgenSA. 2009 ISBN 84-95693-49-5

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red. IDAE

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura. IDAE

Sistemas de bombeo eólicos y fotovoltaicos Autores: *M. Castro, A. Colmear* Edit: *ProgenSA* 2003. ISBN 84-95693-04-6

1.5.3 Altres referencies

www.idae.es

www.censolar.com

www.pvgis.com

www.solarweb.net

1.5.4 Programes informàtics

- Microsoft Office Word 2010
- Microsoft Office Excel 2010
- Autocad 2010
- Transol
- PvSist

1.6 Definicions i abreviacions

ACS Aigua Calenta Sanitaria

AFS Aigua Freda Sanitaria

FV Fotovoltaica

RITE Reglament de Instal·lacions Tèrmiques del Edificis

OMS Organisme Mundial de la Salut

DB Document Bàsic

IDAE Instituto para la Diversificacion y Ahorro de la Energía

PCT Plec de Condicions Tècniques

CC Corrent Continua

CA Corrent Alterna

PWM Pulse-width modulation

MPPT Maximum power point tracking

LCOE Levelized Cost of Energy

NPSH Net Positive Suction Head

ATM Atmosfera

DN Diametre Nominal

1.7 Requisits de disseny

Aquest és l'apartat previ al dimensionament de les instal·lacions, però potser dels més importants; l'ubicació dels diferents elements de les instal·lacions i una bona estimació dels consums ja siguin hidràulics o elèctrics, optimitzaran al màxim el dimensionat de les instal·lacions

1.7.1 Requisits generals

Els requisits, igual que en tot el projecte, es dividiran en tres apartats: els tèrmics, hidràulics, i elèctrics.

Es realitzarà una anàlisi inicial de les necessitats de ACS de l'habitatge. La instal·lació solar tèrmica haurà de poder satisfer les necessitats d'ACS el màxim de dia possibles, en el cas de poder satisfer-les es cobriran mitjançant un sistema auxiliar. Si fos possible el circuit primari de la instal·lació solar tèrmica haurà de ser autònom (no necessitarà cap sistema de circulació del líquid refrigerant), en el cas de no ser possible es plantejarà l'opció d'instal·lar una bomba perquè compleixi aquest requisit.

Es realitzarà una anàlisi de les necessitats d'aigua, per poder satisfer les necessitats domèstiques i de la zona enjardinada. Aquest sistema haurà de ser dimensionat perquè el seu cost sigui mínim. S'haurà de plantejar les opcions que el sistema de bombeig sigui alimentat pel mateix sistema fotovoltaic de la casa o un autònom per aquesta funció.

Es realitzarà un estudi del consum elèctric tenint en compte les càrregues previstes. En aquests casos s'aconsella instal·lar algun element de mesura que ens pugués aproximar al màxim al perfil del consum de l'habitatge en qüestió. Si no fos possible es faria una estimació del temps previst per a cada càrrega. Aquesta anàlisi serà clau per *a posteriori* poder calcular el sistema fotovoltaic, el qual ens satisfaci aquestes necessitats. En els consums elèctrics també es tindran en compte possibles consums provinents de les altres instal·lacions.

En aquest apartat també es definirà la ubicació de les instal·lacions, factor molt important per a poder realitzar un correcte dimensionat.

Les noves instal·lacions s'intentarà que tinguin el menor impacte visual a l'actual estètica del habitatge.

1.7.2 Requisits d'ACS

1.7.2.1 Consums d'ACS

La demanda vindrà marcada pel volum de consum diari, així com les temperatures de sortida de la instal·lació i l'aigua freda.

El Codi Tècnic de l'Edificació en el seu document HS4 (subministrament de aigües) en el apartat 2.1.3, punt 4, exposa:

“La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50 y 65° excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda, siempre que ésta no afecte al ambiente exterior de dichos edificios.”

S'adoptarà una temperatura de referència o de sortida del intercanviador de 60°C, tenint en compte les precaucions necessàries per a prevenir la bactèria de la legionel·la (aïllant el circuit i escalfant-lo fins a 70° durant el temps necessari dos cops a l'any).

Segons el Plec de Condicions Tècniques (PCT) d'instal·lacions aïllades de xarxa proporcionat per IDAE, de consum d'aigua calenta, es pot estimar a partir de la següent taula, que agafa com a temperatura de referència 60°C:

<i>Criterio de consumo</i>	<i>Litros/día</i>	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hoteles (4 estrellas)	70	por cama
Hoteles (3 estrellas)	55	por cama
Hoteles/Hostales (2 estrellas)	40	por cama
Campings	40	por emplazamiento
Hostales/Pensiones (1 estrella)	35	por cama
Residencias (ancianos, estudiantes, etc.)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Oficinas	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Taula 1 Consums litres/dia segons els criteris de consum (Font: IDAE)

Per aquest projecte, atès que es tracta d'un habitatge unifamiliar, requerirà un consum de 30 litres per persona i dia. Corregirem aquesta xifra en un 15% per augmentar el nivell de confort. El càlcul del número de persones per habitatge, s'obviarà, ja que es

considera a efectes de càlcul igual a 2 persones, superior a les consideracions mínimes aplicables al Plec de Condicions Tècniques. Per tant el consum diari d'ACS serà:

$$\text{Demanda d'ACS} = 30 \frac{\text{litres}}{\text{persona} \cdot \text{dia}} \times 2 \text{ persones} \times 1,15 = 69 \text{ litres/dia}$$

1.7.2.2 Demanda energètica d'ACS

Establint un consum diari de 70 litres de aigua calenta sanitària, es procedeix al càlcul de l'energia necessària per subministrar aigua a 60°C. Aquesta energia es pot avaluar mitjançant l'equació (15).

$$DE_{ACS} = L_{pers \cdot dia} \cdot N_{pers} \cdot d_{mes} \cdot \rho_{H2O} \cdot Ce_{H2O} \cdot (T_{ACS} - T_{xarxa}) \quad (15)$$

On:

DE_{ACS} , demanda energètica mensual d'aigua calenta sanitària, kJ/mes

$L_{pers \cdot dia}$, litres per persona i dia

N_{pers} , numero de persones del habitatge

d_{mes} , numero de dies de cada mes (s'agafarà 28 dies pel mes de Febrer).

ρ_{H2O} , densitat de l'aigua 1 kg/l.

Ce_{H2O} , calor específic de l'aigua 4,18 kJ/m² · °C.

T_{ACS} , temperatura de l'aigua calenta sanitària, 60°C

T_{xarxa} , temperatura de l'aigua de la xarxa a Lleida (població més propera)

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DES	MITJA
T° XARXA(°C)	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.25

Taula 2 Temperatura de l'aigua de xarxa (Font: Censolar)

A partir de l'equació (15) realitzarem el càlcul de les necessitats d'ACS tenint en compte la conversió de kJ a MJ (1MJ equival a 1000kJ). A la taula 3 es mostra la demanda energètica necessària.

MES	d_{mes}	$T_{xarxa}(^{\circ}C)$	$T_{ACS}(^{\circ}C)$	$DE_{ACS}(MJ/mes)$
GENER	31	5	60	491,75
FEBRER	28	6	60	436,09
MARÇ	31	8	60	464,93
ABRIL	30	10	60	432,63
MAIG	31	11	60	438,10
JUNY	30	12	60	415,34
JULIOL	31	13	60	420,22
AGOST	31	12	60	429,16
SETEMBRE	30	11	60	423,97
OCTUBRE	31	10	60	447,05
NOVEMBRE	30	8	60	449,93
DESEMBRE	31	5	60	491,75
TOTAL (MJ/ANY)				5340,96

Taula 3 Demanda d'aigua calenta Sanitaria en (MJ/mes)

Es pot observar que la demanda total d'energia anual és de 5340 MJ. Alhora de dimensionar la instal·lació es tindrà en compte per cobrir aquesta necessitat al màxim possible.

1.7.2.3 Descripció de la ubicació de la instal·lació solar tèrmica

El principal element de la instal·lació solar tèrmica; el col·lector solar s'ubicarà sobre la teulada orientada al sud-est de l'habitatge, els altres elements necessaris per al correcte funcionament de la instal·lació estaran ubicats en una caseta situada en la zona enjardinada de la casa. (Veure plànol 3 ubicacions de les instal·lacions)



Figura 12 Posició del col·lector solar tèrmic

1.7.3 Requisits hidràulics

1.7.3.1 Demanda total de l'aigua

Per al càlcul de la demanda total d'aigua ja hem fixat una part que és el consum de ACS *apartat 1.7.3*. El consum d'aigua que no sigui ACS dins de l'habitatge es realitzarà mitjançant estimació, no es tindrà en compte l'aigua de consum, que s'adquireix embotellada, a causa que l'aigua que agafem de la bassa no és potable.

Segons estudis de l'OMS, el consum d'aigua en alguns països desenvolupats és de 300 litres/persona/dia. Aquesta entitat recomana un consum de 80 litres al dia per a necessitats vitals i d'higiene personal. La mitja espanyola és de 190 litres/persona/dia. Nosaltres agafarem com a consum mig per persona 140 litres al dia per persona, incloent amb aquest valor l'ACS. S'ha de tenir en compte que en el nostre habitatge ha estat dissenyat per a una ocupació ordinària de 2 persones, per tant, el consum diari serà de:

$$140\text{litres/persona} \times 2 \text{ persones} = 280 \text{ litres d'aigua al dia.}$$

També tindrem en comte per al càlcul de les necessitats hidràuliques, l'aigua utilitzada en la zona enjardinada. Es volen regar (arbres, arbusts, flors..) i no totes les plantes tenen la mateixa necessitat de reg, per aquesta raó es farà una estimació segons les dades que podem observar a la *Taula 4*.

TIPUS	NECESSITATS
GESPA	7 l/m ²
ARBUST ORNAMENTAL	4,3 l/m ²
PLANTES AUTÒCTONES	1,8 l/m ²
ARBRES	10,5 l/arbre
FLORS DE TEMPORADA	4,7 l/m ²

Taula 4 Necessitats hidràuliques segons el tipus de planta (FONT: Jardinosfera)

	Nº (m ² o arbres)	NECESSITATS (litres)	D. DIÀRIA AIGUA (l)
ARBUST ORNAMENTAL	10	4,3	43
PLANTES AUTÒCTONES	5	1.8	9
ARBRES	30	10,5	315
FLORS DE TEMPORADA	10	4,7	47
TOTAL (LITRES/DIA)			414

Taula 5: Necessitats d'aigua diàries en litres

El consum total d'aigua al dia tenint en compte el consum domèstic i l'ús de la zona enjardinada serà de: 414 litres+280 litres= 694 litres ≈ **700 litres/dia**

1.7.3.2 Longitud de la canonada i distancia vertical entre dipòsits

La canonada que transportarà l'aigua des del dipòsit situat a la vora de la bassa (dipòsit de subministrament) fins al dipòsit d'acumulació, situat en la zona enjardinada sobre una caseta, haurà de tenir una longitud de 60 metres. Els dipòsit d'on s'extrau l'aigua com es mostra en la *figura 13*, està situat 10 metres per sota del dipòsit d'acumulació. (Veure plànol 3 ubicacions de les instal·lacions)

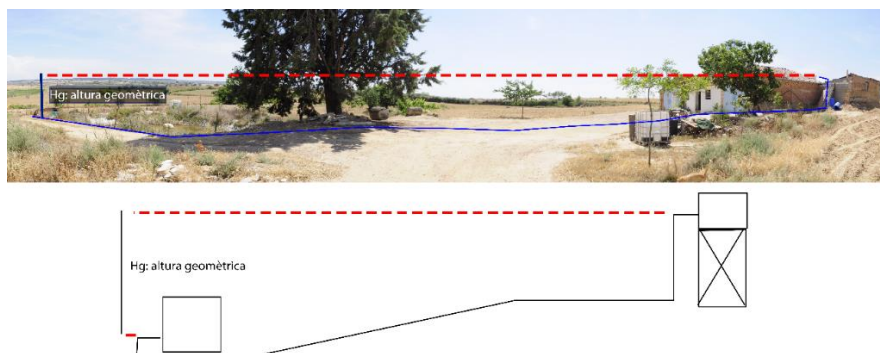


Figura 13 Esquema de la situació dels dipòsits de subministrament i d'acumulació

1.7.4 Requisits elèctrics.

1.7.4.1 Demanda energètica.

El sistema fotovoltaic haurà de subministrar l'energia elèctrica suficient per poder proveir l'habitatge i tots els sistemes associats, en el cas que el sistema de ACS necessiti una bomba recirculació i el sistema de bombeig fos depenent d'aquest. Quant més precisa sigui la informació sobre consums, més ajustat serà el dimensionament del sistema.

Abans de començar el càlcul del consum elèctric, cal tenir en compte diverses qüestions. La primera d'aquestes és el tipus de consum, ja que s'haurà de sospesar no sol el consum diari, sinó també el consum pic o potència a subministrar en cada moment.

El consum en aquest tipus de instal·lacions ha de ser, en cas que sigui possible, més responsable que en una instal·lació a xarxa i s'ha de buscar l'estalvi i la màxima eficiència possible. Aquestes premisses ens permetran tenir un estalvi en el dimensionat de la nostra instal·lació.

És per això, que càrregues com la producció de fred (aire condicionat) o calor (calefacció, cuines, escalfadors, etc.) els cobrirem a partir d'altres energies amb més eficiència, com és el cas del gas. Una excepció serien els frigorífics actuals que tenen una alta eficiència.

En el nostre cas, encara que hagués estat possible alimentar alguns aparells com els frigorífics i la il·luminació en CC (corrent contínua), hem pres la decisió que aquests elements funcionaran amb CA (corrent alterna), a causa que s'hauria de duplicar el circuit elèctric de l'interior de la casa.

Per a l'estudi dels càrregues de l'habitatge s'ha de tenir en compte la potència nominal de cada element, com el seu període d'activitat durant el dia. Com ja hem dit anteriorment seria aconsellable, a ser possible, abans de dimensionar una instal·lació fotovoltaica fer un anàlisi exhaustiu dels hàbits de consum, en aquest cas com no és pot tenir dades dels hàbits, es fa servir una taula on es fa una referència als electrodomèstics que hi ha en l'habitatge, assignant-los un període de funcionament.

A la taula 6 es recullen els consums elèctrics de totes les càrregues que es necessiten, especificant la potència i el temps d'utilització.

EQUIP	POTENCIA (W)	UNITATS	FREQÜÈNCIA D'US	TEMPS D'UTILITZACIÓ (h)	Wh/DIA
NEVERA	110	1	Diari	8	880
MICROONES	800	1	Diari	0,1	80
RENTADORA	400	1	Cada 3 dies	0,67	268
TELEVISIÓ	120	2	Diari	2,5	600
ORDENADOR	80	2	Diari	4	640
BATEDORA	120	1	Cada 2 dies	0,1	12
FREGA PLATS	100	1	Cada dia	1,5	150
CONGELADOR	150	1	Cada dia	5	750
BOMBA RECI. SOLAR TÈRMICA	50	1	Cada dia	3	100
BOMBA DE PRESSIÓ	120	1	Cada dia	2	240
IL·LUMINACIÓ					
LÀMPADA (CUINA)	30	1	Diari	2	60
LÀMPADA (SALA D'ESTAR)	30	1	Diari	2	60
LÀMPADA (HABITACIÓ)	30	1	Diari	0,8	24
LÀMPADA (BANY)	30	1	Diari	0,8	24
LÀMPADA (TERRASSA)	60	2	Diari	1	120
TOTAL					4008

Taula 6 Consums energètics de l'habitatge

Després de realitzar l'anterior taula és te una aproximació de l'energia consumida, el valor d'aquesta és de 4008 Wh/dia. S'ha de tenir en compte que aquest càlcul de l'energia consumida és una estimació, hi haurà dies que aquest consum no es donarà, però hem volgut tenir en compte els dies on pot haver-hi més consum.

1.7.3.1 Descripció de la ubicació de la instal·lació solar tèrmica

El principal element de la instal·lació fotovoltaica; el mòdul fotovoltaic s'ubicarà sobre una estructura orientada al sud, els altres elements necessaris per al correcte

funcionament de la instal·lació estaran ubicats en un dels magatzems situats a la vora de la casa. (Veure plànol 3 ubicacions de les instal·lacions)

1.8 Anàlisis de solucions

En el present apartat es mostren les solucions proposades per satisfer les necessitats d'ACS, hidràuliques i elèctriques i en la *figura 14* es mostra un esquema gràfic dels principals elements que compondran cada sistema.

Les solucions es divideixen acord amb les necessitats proposades:

Solució 1: solar tèrmica

Solució 2: bombeig solar

Solució 3: Fotovoltaica aïllada

En les anàlisis de les solucions es descriu el sistema, els elements que la conformen i l'element escollit per la instal·lació en qüestió. Els càlculs realitzats per la definició de les solucions es poden trobar en l'annex 1, a mesura que es desenvolupen les solucions que es van citant. Pel que fa a l'element escollit ens podem trobar igualment referenciats a mesura que es trien com apareix en l'annex 4.

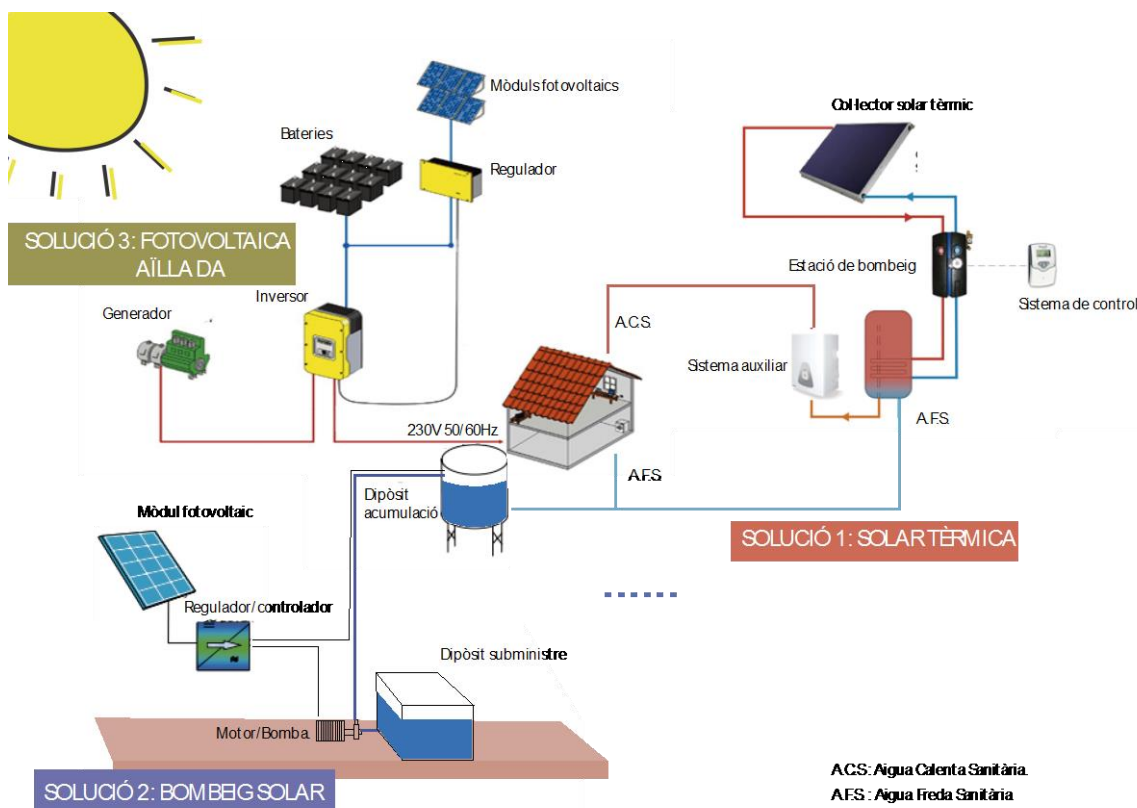


Figura 14 Esquema global de les instal·lacions que conformen el projecte

1.8.1 Solució 1: Energia Solar tèrmica

L'energia solar tèrmica o energia termosolar consisteix en aprofitament de l'energia del sol per produir calor. Entre els diferents sistemes solars dissenyats per subministrar un fluid calent a una determinada aplicació, se sol fer una classificació segons el nivell de temperatura que es requereixi:

- **Baixa temperatura** (fins a 100 °C). Utilitzats fonamentalment en sistemes domèstics de calefacció i d'ACS.
- **Mitjana temperatura** (des de 100 °C a 600 °C). S'aconsegueixen amb els CPC (cilindre parabòlic de concentració). Són una mena de mitja lluna amb uns miralls. Al mig porten un tubet. La radiació reflecteix en els miralls i incideix en aquest tub. Van girant segons la posició del sol. Es poden utilitzar per calefacció i només són experimentals.
- **Alta temperatura** (des de 600 °C fins als 1200 °C). Són camps d'heliòstats. Consisteixen en milers de miralls orientats al sol i reflecteixen cap a un punt determinat on es troba un dipòsit d'aigua i aquest arriba a una temperatura molt elevada. En bullir l'aigua es pot aconseguir electricitat.

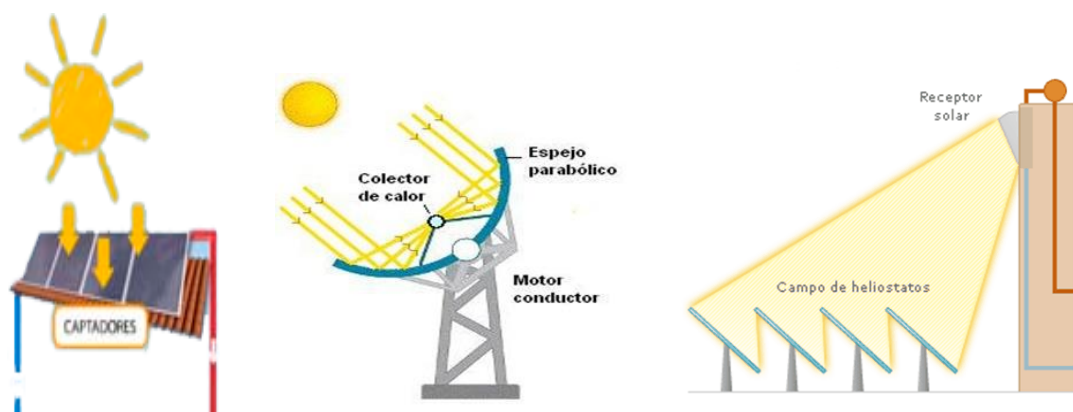


Figura 15 Exemple dels sistemes de baixa, mitja i alta temperatura

El tipus de sistema solar que s'ha d'utilitzar varia depenent de l'aplicació per aquelles que requereixen un fluid a baixa temperatura (<100°C). Els sistemes amb captadors de placa plana són els més utilitzats, seguits pels tubs de buit i els captadors de baixa concentració. Per aplicacions en l'entorn dels 220°C a 400°C, s'utilitzen captadors

cilíndrics-parabòlics. A temperatures més grans ens porten a utilitzar les discos parabòlics o les centrals de torre amb heliòstats.

Per al desenvolupament del següent projecte s'utilitzarà una sistema a baixa temperatura, ja que a la temperatura a la que volem escalfar l'aigua és inferior a 100°C.

Els sistemes de baixa temperatura es poden classificar:

Segons els tipus de circuit:

Circuit obert: l'aigua que circula pels captadors és utilitzada directament per a consum. No disposa de bescanviador i el seu ús està condicionat fonamentalment a la qualitat de l'aigua, fet que cal instal·lar un sistema de tractament. No s'acostumen a utilitzar gaire, i si es fa, és en zones on no s'esperen gelades. Si es preveuen gelades, s'hauria de buidar la instal·lació.

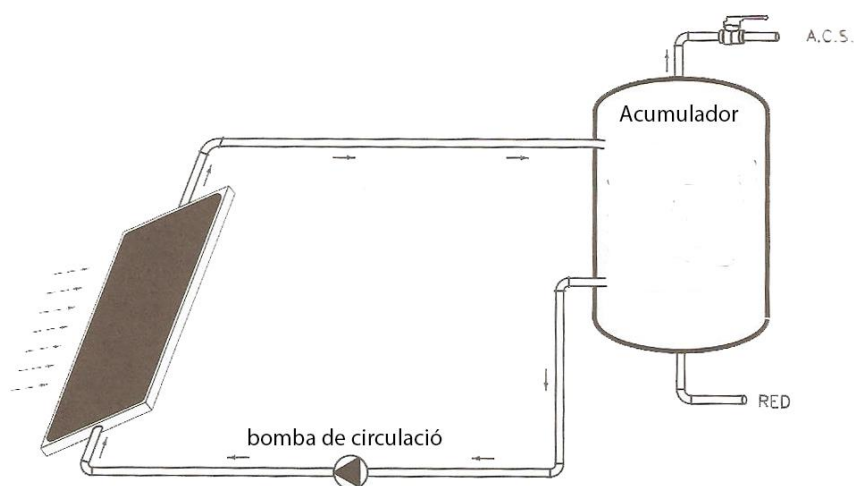


Figura 16 Esquema instal·lació solar tèrmica amb circuit obert

Circuit tancat: Està constituït per dos circuits bàsics: el circuit primari, que està compost pels captadors solars que és on es produeix l'escalfament de l'aigua i on actua la bomba d'impulsió i el circuit secundari.

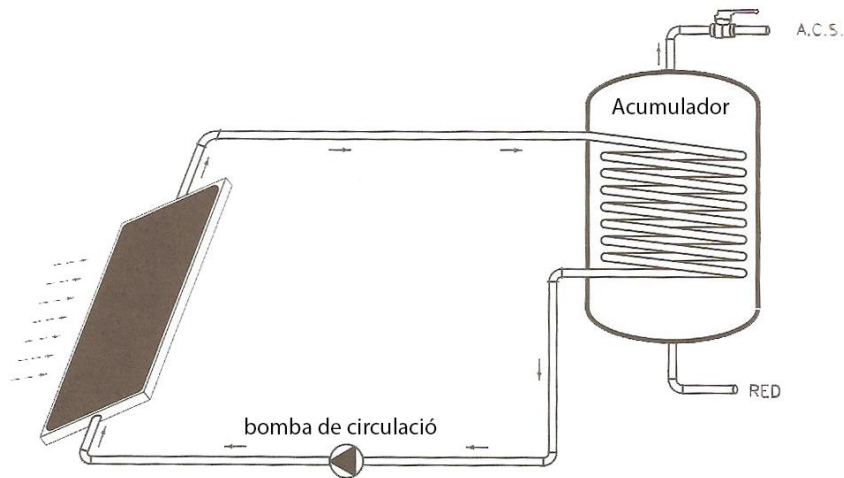


Figura 17 Esquema instal·lació solar tèrmica amb circuit tancat

Segons els tipus de circuit:

Circulació natural (termosifó): Correspon a les instal·lacions en què el moviment del líquid calent des del col·lector solar fins al sistema d'emmagatzematge d'ACS es produeix per circulació natural o termosifó.

Aquest efecte s'origina com a conseqüència de la diferència de temperatura entre l'aigua freda que entra i la calenta que en surt del col·lector per l'acció de la radiació solar. L'aigua del col·lector disminueix la seva densitat amb la temperatura i, per tant, també el seu pes. L'aigua freda amb més pes del sistema d'acumulació, la qual s'ubica per raons òbvies a una altura superior del col·lector, actua pel conducte de retorn que uneixen la part inferior de l'acumulador amb la inferior del col·lector i empeny l'aigua calenta del col·lector, que té menys pes, obligant-la a ascendir pel conducte superior.

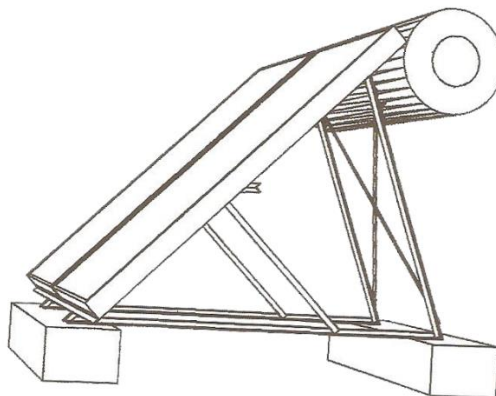


Figura 18 Circulació per termosifó

Es crea d'aquesta forma un moviment d'aigua des de el col·lector a l'acumulador que es manté mentre existeixi aquesta diferència de temperatura.

Circulació forçada: Es dona quan el dipòsit acumulador es troba en un nivell per sota dels col·lectors solars i és necessari l'ús d'una bomba per impulsar l'aigua als col·lectors solars tèrmics.

El líquid transita pels components mitjançant l'acció d'una bomba elèctrica. Es millora d'aquesta manera el desplaçament del líquid, i sobretot permet en aquest sistema la disposició de l'acumulador d'ACS en qualsevol lloc que convingui i no necessàriament sobre el col·lector.

Selecció del tipus d'instal·lació

Dins del sistema de baixa temperatura escollirem un sistema tancat. Com a principal motiu d'aquesta elecció és perquè la casa està situada en una zona freda el que ens obliga a l'ús d'una barreja d'aigua més propilenglicol. Pel que fa a la circulació es farà forçada mitjançant una bomba, ja que tenim el dipòsit per sota del panell solar tèrmic i no es vol sobrecarregar el teulat.

1.8.1.1 Sistema solar tèrmic per Aigua calent sanitària.

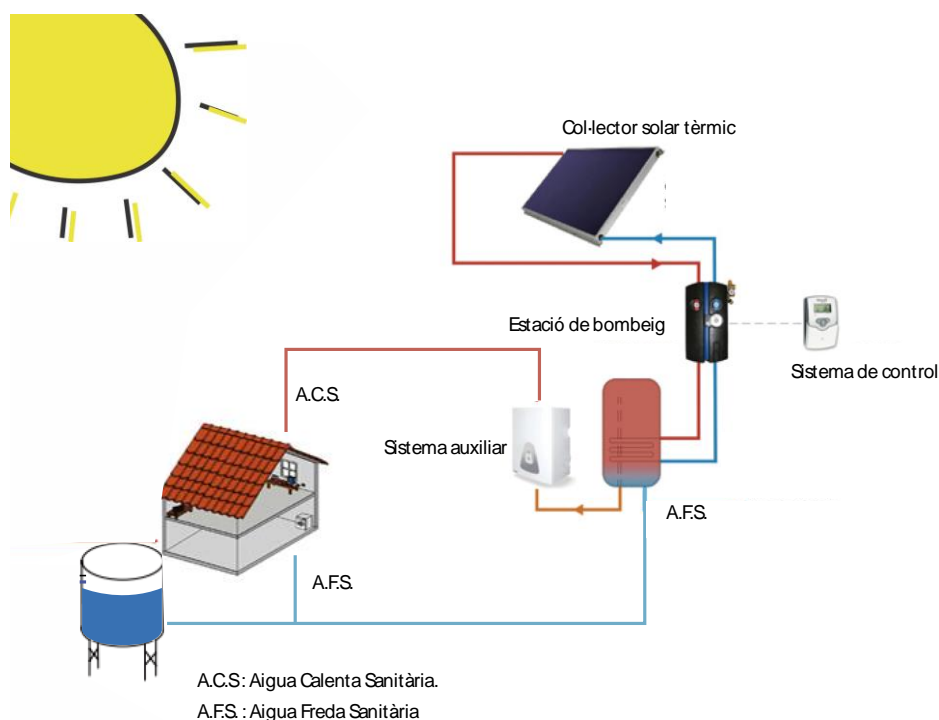


Figura 19 Esquema instal·lació solar tèrmica.

Els sistemes que conformen la instal·lació solar tèrmica per aigua calenta són els següents:

a) un **sistema de captació**, format pels captadors solars, encarregat de transformar la radiació solar incident en energia tèrmica de manera que s'escalfa el fluid de treball que circula.

b) un **sistema d'acumulació** constituït per un o diversos dipòsits que emmagatzemen l'aigua calenta fins que es precisa el seu ús;

c) un **sistema d'intercanvi** que realitza la transferència d'energia tèrmica captada des del circuit de captadors, o circuit primari, a l'aigua calenta que es consumeix.

d) un **circuit hidràulic** que s'encarrega d'establir el moviment del fluid calent fins al sistema d'acumulació; constituït per:

d.1 canonades

d.2 bombes

d.3 fluid caloportador

d.4 Vas expansió

d.5 Vàlvules

d.6 Aïllament tèrmic

e) **sistema de regulació i control** que s'encarrega per una banda, d'assegurar el correcte funcionament de l'equip per proporcionar la màxima energia solar tèrmica possible i, per una altra, actua com a protecció enfront de l'acció de múltiples factors com sobreescalfaments del sistema, riscos de congelacions, etc.

f) **Sistema de dissipació de calor**, que és el que s'encarrega d'extreure o dissipar la calor excedent del circuit. D'aquesta manera es protegeix dels sobreescalfaments ja que en alguns moments la producció pot superar la demanda.

f) addicionalment, es disposa d'un **equip auxiliar** que s'utilitza per complementar la contribució solar, subministrant l'energia necessària per cobrir la demanda prevista, garantint la continuïtat del subministrament d'aigua calenta en els casos d'escassa radiació solar o demanda superior al previst.

1.8.1.2 Subsistema captador

Un captador solar o col·lector solar és un dispositiu dissenyat per recollir l'energia radiada per el sol i convertir-la en energia tèrmica.

Els captadors solars es poden classificar segons els tipus:

Col·lector de placa (escalfament aigua) són els més utilitzats en tenir una relació cost producció de calor més favorables. En ells el captador s'ubica en una caixa rectangular. La cara exposada al sol està coberta per un vidre habitualment templet), mentre que les cinc cares restant són opaques i estan aïllades tèrmicament. Dins la caixa i exposada al sol se situa una placa metàl·lica. Aquesta està unida o soldada a una sèrie de conductes pels que flueix un fluid caloportador. Aquest conductes poden adoptar dos configuracions molt diferents:

Xarxa vertical de tubs, que correspon a un sistema de tubs disposats en vertical, entre uns altres dos de major diàmetre situats en horitzontal, anomenats distribuïdors.

Serpentí, que és una altra forma de recollir l'energia tèrmica en la placa absorbidora, on hi ha la disposició d'un serpentí entre el terminal d'entrada i sortida del col·lector.

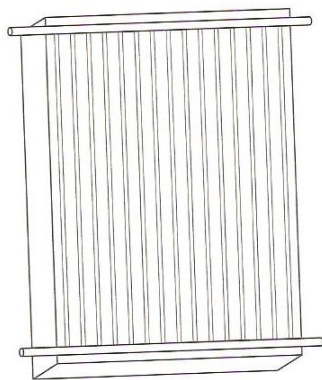


Figura 20 Col·lector de placa vertical

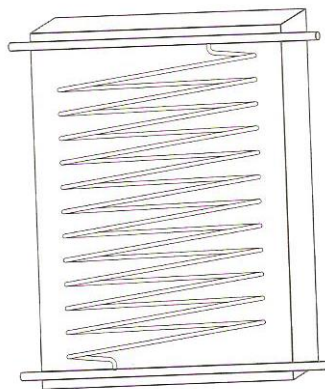


Figura 21 Col·lector de placa serpentí

Captadors de tubs de buit (escalfament d'aigua i producció de vapor). Són convertidors solars tèrmics que permeten obtenir majors temperatures. Aplicats a temperatures mitjanes, poden utilitzar-se per produir aire calent i en processos industrials. Els captadors de tubs de buit són capaços d'aprofitar la radiació difusa i també funcionen amb temps fred.

L'element col·lector es troba inserit en un tub, al qual se li ha practicat el buit. Aquest redueix les pèrdues i els riscos de corrosió i deterioració, amb el qual la durabilitat és major i també el rendiment. Hi ha tres tipus de col·lectors tubulars de buit:

- Flux directe. Tenen en el seu interior una placa absorbidora a la qual cal adherir un tub coaxial. Per aquest tub circula el líquid caloportador.
- Flux indirecte amb tub de calor o Heat-Pipe. Consisteix en un tub buit tancat en els seus extrems i en el qual hi ha una petita quantitat de fluid vaporitzant. En escalfar el tub, el líquid absorbeix el calor i s'evapora, pujant cap a la part alta del tub. El líquid retorna a la part baixa del tub per gravetat, repetint-se de nou el cicle evaporació – condensació.

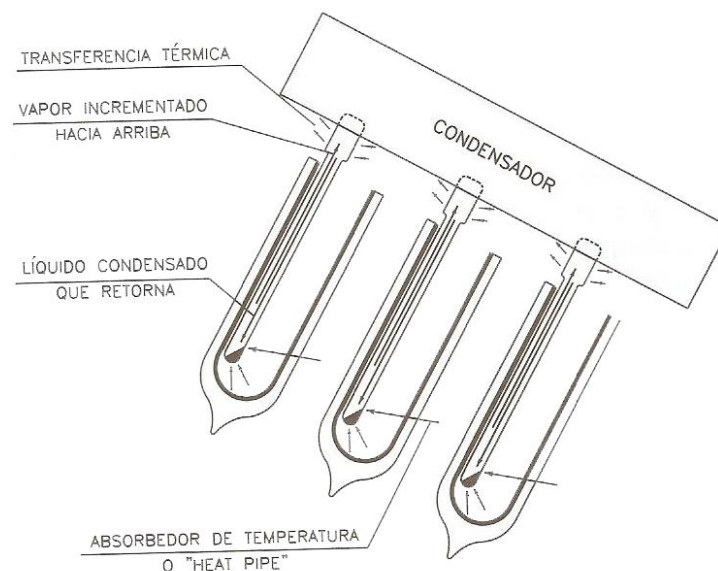


Figura 22 col·lector tubular Heat Pipe

- Flux indirecte sense tub de calor o sense Heat-Pipe. La diferència amb l'anterior és que és construït al 100% amb vidre de borosilicat, evitant la utilització de coure, pel que abarateix encara més els seus costos, a més eleva el rendiment un 30% respecte als tubs de buit amb Heat-Pipe.

	CAPTADORS DE PLACA PLANA	CAPTADORS DE TUBS DE BUIT
AVANTATGES	<ul style="list-style-type: none"> - Més econòmics - Muntatge senzill - Bon rendiment en zones càlides 	<ul style="list-style-type: none"> - Més eficients - Integració arquitectònica - Arriben a elevades temperatures - Eficients a baixa temperatura
INCONVENIENTS	<ul style="list-style-type: none"> - Resistència al vent (necessiten millors ancoratges) - Pèrdues per convecció - Baix rendiment dies nuvolats. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atenció al disseny e instal·lació - Si es trenca un tub la instal·lació es buida

1.8.1.2.1 Selecció del tipus de captador

Per a la tria del captador solar es té en compte el fet que l'utilitzarem per produir ACS a 60°C. Hem escollit la tecnologia de col·lectors de placa plana per davant dels de tubs de buit, encara que aquest últim tenen un rendiment més elevat, el preu està molt per sobre dels col·lectors de placa plana, per justificar aquesta elecció s'ha realitzat una comparació entre aquests dos tipus de col·lector. *(veure Annex I, apartat 2.1.3 Càlcul del rendiment del col·lector solar).*

Alhora d'escollir el col·lector de placa plana, s'ha realitzat una comparació entre tres captadors solars i s'ha escollit el que ens oferia una millor relació rendiment-preu. S'ha tingut en compte que el rendiment del col·lector escollit solar és superior al que fixa el DBHE4. *(veure Annex I, apartat 2.1.3 Càlcul del rendiment del col·lector solar)*

També s'ha tingut en compte que l'àrea de captació del col·lector solar sigui capaç de subministrar-nos l'energia suficient per a complir amb la contribució solar mínima anual d'ACS establert en el DBHE4 i un cop satisfetes aquestes, és mira que ens satisfaci la contribució solar desitjada per nosaltres. *(veure Annex I, apartat 2.1.4 Càlcul de la cobertura del sistema Solar)*

El col·lector escollit ha estat el model de la marca comercial Saclima E21 *(veure Annex V, apartat 2.5.1.1 Captador solar)*

1.8.1.3 Subsistema d'acumulació

Els requisits que s'exigeixen a un acumulador són els següents:

- Alt calor específic del medi d'acumulació
- Pèrdues tèrmiques baixes (bon aïllament)
- Bona estratificació de temperatures a l'acumulador
- Bona resistència a la corrosió
- Llarga vida útil
- Ha de ser capaç de suportar les pressions i temperatures de treball previstes
- El tanc i el medi d'acumulació han de tenir bones propietats mediambientals i higièniques, i complir la normativa al respecte

Els tancs d'acumulació normalment se solen construir d'acer tractat adequadament, mitjançant un bany galvanitzat, pintura epòxid, etc. Altres materials, o bé resulten més cars (fibra de vidre), o no són adequats per treballar a la pressió de la xarxa (fibrociment).

Els acumuladors d'aigua calenta sanitària han de complir les normes d'higiene exigides per les normatives vigents. A més l'acumulador ha de ser resistent a la corrosió, atesa la presència d'oxigen a l'aigua potable.

El volum de l'acumulador està indicat per normativa, que depèn dels consums i l'àrea de captació dels col·lectors

D'acumuladors hi ha de diferents tipus. Els podem classificar principalment segons la seva posició i segons el sistema d'intercanvi interior. A continuació es descriuen les diferents opcions:

Segons la seva posició

Acumuladors verticals: Afavoreix l'estratificació de l'aigua, acumulant-se la més calenta a la part superior i la més freda a la part inferior del dipòsit. Això permet donar un subministrament instantani d'aigua a la temperatura de servei sense que tot el dipòsit estigui a aquesta temperatura.

Acumuladors horitzontals: és la més emprada en els casos on es necessita grans acumuladors de més de 4.000 litres. En aquesta posició l'aigua no té capacitat

d'estratificar-se per temperatura com en els acumuladors verticals, pel que no es pot disposar d'una capa superior d'aigua a la temperatura d'utilització fins que tot el dipòsit ha estat escalfat.

Segons el sistema d'intercanvi

Acumulador d'intercanviador simple Correspon a aquest tipus una versió comercial d'acumulador en el que s'ha introduït un medi d'intercanvi tèrmic entre el fluid en circulació procedent del col·lector solar i l'ACS de consum. Aquest intercanvi es pot portar a terme mitjançant un serpentí pel circuit primari o mitjançant doble paret o equivalent.

Acumulador d'intercanviador doble: L'acumulador pot contenir dos intercanviadors de calor de la versió amb serpentí per poder utilitzar un com intercanviador bàsic entre el fluid del col·lector solar i l'ACS i l'altre per a un sistema de recolzament, l'energia del qual pot procedir-ne d'un escalfador auxiliar.

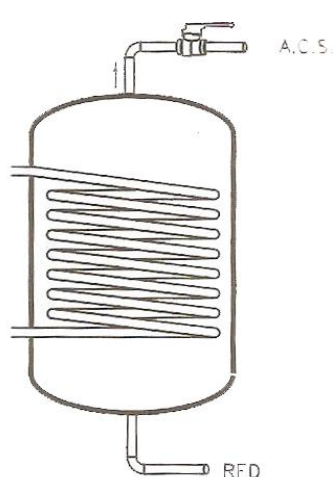


Figura 23 Acumulador d'intercanviador simple

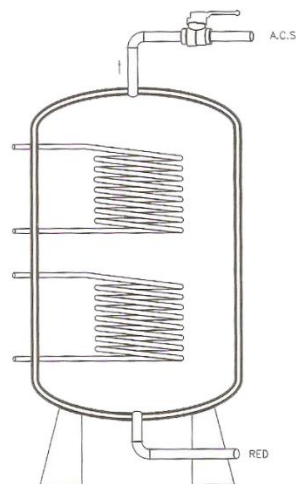


Figura 24 Acumulador d'intercanviador doble

1.8.1.3.1 Selecció del sistema d'acumulació

El sistema d'acumulació horitzontal s'ha descartat ja que es necessària una estratificació de l'aigua per tal de poder donar suport a l'ACS per la part superior del dipòsit. S'ha optat per un acumulador d'acer vitrificat amb intercanviador simple de serpentí, ja que el sistema de recolzament anirà connectat en sèrie amb aquest.

El volum del dipòsit serà de 115 litres (veure Annex I, apartat 2.1.5 Acumulador de ACS)

S'ha triat un acumulador Logalux ER de la marca RESOL (veure Annex V, apartat 2.5.1.2 Acumulador solar)

1.8.1.4 Bomba de circulació

Correspon a aquest element, a una bomba electromecànica de línia, de rotor o de bancada amb la de fer circular un determinat caudal de fluid a una certa velocitat i altura d'impulsió.

Per determinar la bomba a utilitzar és necessari saber el cabal de circulació, i l'altura manomètrica de la bomba. La bomba s'haurà de dissenyar de forma que sigui capaç de vèncer les pèrdues de càrrega contínues de la canonada, les pèrdues singulars, les pèrdues en l'intercanviador i les pèrdues en el captador, a més de l'altura geomètrica a causa de la posició del captador respecte l'acumulador. *(veure Annex I, apartat 2.1.8 Càlcul de la bomba del circuit primari)*

Actualment en el mercat es troben estacions solars que incorporen una bomba i les principals proteccions i accessoris que s'instal·len al voltant d'aquesta com pressòstats, termòstats, cabalímetre, vàlvules seguretats, vàlvules antiretorn, etc. En la figura 12 es pot observar el elements dels que es compona l'estació solar..

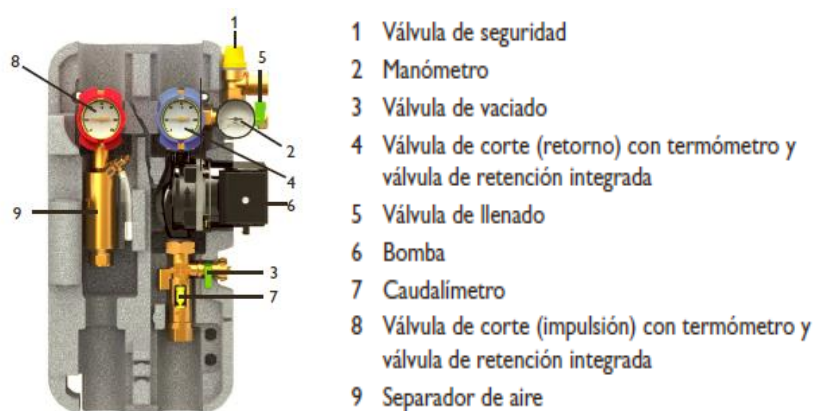


Figura 25 Accessoris i peces incorporades en l'estació Solar

S'ha triat una estació solar FlowSol B de la marca RESOL, la qual incorpora una bomba wilo ST15/7 ECO *(veure Annex V, apartat 2.5.1.3. Estació solar)*

1.8.1.5 Vas d'expansió

Les variacions de temperatura del fluid del circuit primari donen lloc al canvi de volum i, per tant, al de pressió, el que pot dificultar la circulació.

Per mantenir constant la pressió es procedeix a instal·lar en el circuit primari el component anomenat vas d'expansió que té la finalitat d'absorbir la indicada dilatació.

El vas pot tenir dos formes constructives:

Vas d'expansió obert. Aquest sistema consisteix en un recipient o vas obert instal·lat en una posició més elevada que la del fluid de circulació per absorbir l'expansió que s'exerceix sobre aquest. El volum útil del vas es fixa perquè sigui capaç d'absorbir l'expansió entre les temperatures externes.

Els canvis de densitat com a conseqüència de la temperatura donen lloc a la variació de la massa del líquid del vas, fet que permet absorbir-los.

Complementàriament aquest sistema es pot utilitzar per l'alimentació del circuit.

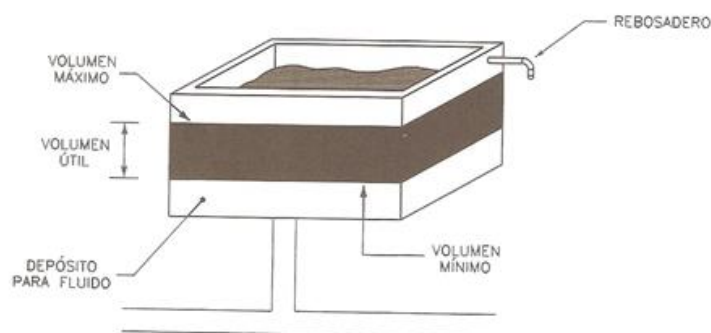


Figura 26 Vas d'expansió obert

Vas d'expansió tancat. Aquest sistema absorbent dels canvis de pressió està basat en una coixí o membrana de pressió disposada en un dipòsit tancat. L'espai inferior és l'ocupat pel fluid i la seva densitat pot canviar com conseqüència dels increments de temperatura.

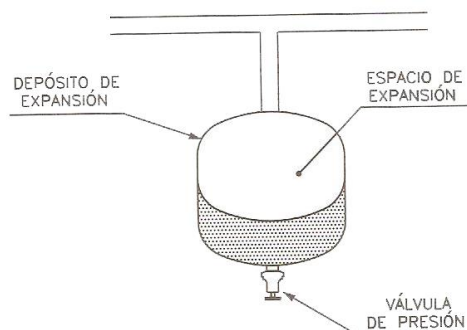


Figura 27 Vas d'expansió tancat

1.8.1.5.1 Selecció del vas d'expansió

S'ha optat per un vas d'expansió tancat perquè són més pràctics i més econòmics.

L'elecció d'aquest es fa en funció del volum de fluid caloportador que conte el circuit primari i la pressió del circuit. *(veure Annex I, apartat 2.1.12 Càlcul del vas d'expansió)*

S'ha triat un vas d'expansió de 2 litres HYDRO-PRO *(veure Annex V, apartat 2.5.1.3 Estació Solar)*

1.8.1.6 Dissipador de calor

Per evitar augments de temperatura perillosos al circuit primari de la instal·lació d'energia solar, cal disposar d'elements que dissipin aquesta calor excedent (en el cas de no aprofitar).

Segons el Codi Tècnic de l'Edificació i el plec de condicions tècniques de l'IDAE, s'ha de dotar a la instal·lació d'algun element de protecció davant sobreescalfaments produïts per períodes de baixa demanda o alta irradiació.

Per a això existeixen diferents sistemes en el mercat, que els podríem classificar com:

Estàtics: Funciona gràcies a la convecció natural, sense necessitat de cap font d'energia. També anomenat termosifó. Aquest efecte s'aconsegueix gràcies a la circulació d'un líquid que mostra la diferència de temperatura i altura. El líquid més calent té menys densitat i tendeix a pujar; el fred és més dens i tendeix a baixar.

Aquest efecte crea una circulació natural i en circular a través del dissipador les seves aletes dissipen l'excés d'energia del sistema. Per controlar aquest efecte es munta una vàlvula combinada de seguretat pressió-temperatura, que obre de manera autònoma el circuit del dissipador a partir de els 90° C o 6 bar. D'aquesta manera la convecció actua de manera natural, sense cap sistema que consumeixi energia elèctrica ni de cap altre tipus.

Dinàmics: És la dissipació mitjançant uns ventiladors que acceleren la dissipació de calor, però que té com inconvenient el consum energètic d'aquets ventiladors.

1.8.1.6.1 Selecció del dissipador de calor

S'ha pensat la possibilitat de no instal·lar dissipador i els mesos quan hi ha sobreproducció tapar una part del captador solar, però s'ha descartat i ens hem decantant per instal·lar un dissipador perquè la zona on estarà instal·lat el captador no té un accessibilitat fàcil.

Per tant, es decideix instal·lar en el circuit primari de la instal·lació, just a sobre del col·lector, un dissipador estàtic. Una de les raons principals perquè s'ha escollit aquest tipus de dissipador ha estat el nul consum elèctric que té.

Aquest dissipador es compon d'una vàlvula termostàtica, tarada a 90°C que, quan el fluid arriba a la temperatura de consigna el fa recircula per termosifó cap una bateria.

L'elecció i dimensionament d'aquest s'ha realitzat tenint en compte l'excés d'energia de la instal·lació i s'ha apreciat que l'energia mínima que haurà de ser capaç d'evacuar és de 104,6 W (*veure Annex I, apartat 2.1.1. Càlcul del dissipador*)

S'ha escollit un dissipador per a un captador capaç de dissipar 758 W de la casa comercial Termocan (*veure Annex V, apartat 2.5.1.3. Dissipador de calor*)

S'ha escollit dissipador per a un captador capaç de dissipar 758W, de la casa comercial Termocan (*veure Annex V, apartat 2.5.1.5 Dissipador de calor*).

1.8.1.7 Canonades

En les canonades del circuit primari podran utilitzar com a materials el coure i l'acer inoxidable, amb unions roscades, soldades o embridades.

El diàmetre de les canonades se seleccionarà de manera que la velocitat de circulació del fluid sigui inferior a 2 m/s quan la canonada passi per locals habitats a 3 m/s quan el traçat sigui a l'exterior o per locals no habitats.

El dimensionament de les canonades es realitzarà de manera que la pèrdua de càrrega unitària en canonades mai sigui superior a 40 mm de columna d'aigua per metre lineal.

1.8.1.7.1 Selecció de les canonades

Es dimensionen les canonades fixant un caudal recomanat pel fabricant del col·lector solar i tenint en compte les dues condicions anteriorment esmentades. *(veure Annex I, apartat 2.1.7 Dimensionat de les canonades)*

Es tria una canonada de coure de DN 18mm *(veure Annex V, apartat 2.5.1.7 Canonades)*

1.8.1.8 Fluid caloportador

El fluid caloportador passa a través de l'absorbidor i transfereix a la part del sistema d'aprofitament tèrmic (acumulador o inter-acumulador) l'energia.

Com fluid de treball en el circuit primari es pot utilitzar aigua de la xarxa, aigua desmineralitzada o aigua amb additius, segons les característiques climatològiques del lloc i de l'aigua utilitzada.

Els additius més utilitzats són els anticongelants, encara que en ocasions es puguin utilitzar additius anticorrosius.

El tipus de fluid seleccionat per a la instal·lació dependrà de les condicions climatològiques de lloc on es troba la instal·lació, especialment la temperatura habitual així com els extrems que s'arribin.

1.8.1.8.1 Selecció del fluid caloportador

Per seleccionar el fluid caloportador s'haurà de saber la temperatura mínima de la zona i amb aquesta se seleccionarà la dissolució comercial de Propilenglicol que compleixi el rang d'aplicació desitjat.

La temperatura mínima històrica del municipi de Alcàmpell, és de -15°C. Es decideix utilitzar el fluid anticongelant Tifycol, el qual té un punt de fusió de -25°C i un punt de fusió superior als 140°C. Es tria una dissolució del 35% amb aigua per satisfer les nostres necessitats. *(veure Annex I, apartat 2.1.6 Fluid caloportador)*

El volum del fluid caloportador a utilitzar dependrà del volum de fluid que hi càpiga en les canonades, acumulador i l'intercanviador. Aquest volum és de 6,9 litres (*veure Annex I, apartat 2.1.9. Càlcul del volum del fluid caloportador*)

Les característiques i propietats d'aquest fluid es poden veure en *el Annex V, apartat 2.5.1.9 Fluid caloportador*.

1.8.1.9 Altres elements del circuit

Aquets elements que s'anomenen a continuació no han estat dimensionats perquè vénen incorporats o preestablerts per un altre element. Malgrat això no deixen de ser importants.

Purgador: És una vàlvula de tipus esfera o mascle que s'utilitza per extreure l'aire atrapat en la conducció del fluid. Se situa en zones altes de la instal·lació, per exemple a la sortida de l'aigua calenta del col·lector solar. Aquest dispositiu pot ser d'acció manual o automàtica. Seguint les recomanacions del plec de condicions tècniques, s'instal·larà un purgador a la sortida del col·lector, i un altre a la zona superior de del dissipador de calor.

Vàlvules:

Vàlvules: El sistema, en tota la seva extensió, requereix un conjunt de vàlvules de control per a finalitats diverses. Per a la seva elecció es tindran en compte aspectes fonamentals com l'adequació de l'ús previst, la pressió del fluid en circulació i la gamma de temperatures. L'Organisme IDAE en el seu plec de condicions tècniques d'instal·lacions de baixa temperatura recomana l'ús de les següents tipus de vàlvules a raó de la seva aplicació.

APLICACIÓ	TIPUS DE VÀLVULA
AÏLLAMENT, BUIDAT, EMPLENAT I PURGA	Vàlvula d'esfera o globus
EQUILIBRAT DE CIRCUITS	Vàlvula d'assentament
SEGURETAT	Vàlvula de ressort
RETENCIÓ	Vàlvula de disc de doble comporta

Taula 7 Tipus de Vàlvula segons aplicació

Vàlvules de tall: Amb la finalitat d'aïllar les parts del circuit per al seu manteniment i reparació s'instal·laran vàlvules de tall a cada una de les entrades i sortides de les

bateries de captadors, de bombes, vas d'expansió, i una vàlvula en la canalització d'emplenat i buidat.

Vàlvula de seguretat: Segons la instrucció tècnica del RITE IT 1.3.4.2.5 indica que els circuits tancats amb fluids calents disposarà d'una o més vàlvules de seguretat. Aquesta vàlvula de seguretat la portarà incorporada l'estació solar.

Vàlvula antiretorn: És una vàlvula de disc o similar utilitzada per evitar el retorn del fluid quan la temperatura de l'aigua de l'acumulador és superior a la del col·lector, per exemple en les hores nocturnes o de baixes temperatures.

Segons la normativa, la instal·lació ha de contar amb els elements necessaris per prevenir fluxos inversos. Per aquest motiu s'instal·laran vàlvules antiretorn a la sortida de la bomba. Igual que la vàlvula de seguretat aquest element ve incorporat en l'estació solar.

Vàlvula d'emplenat o buidat: Son vàlvules utilitzades per emplenar o buidar el fluid el circuit. Aquestes vàlvules les portarà incorporades l'estació solar.

1.8.1.10 Sistema de regulació

Correspon a aquesta unitat el mitja electrònic utilitzat per controlar la temperatura de l'aigua acumulada per al consum. Les funcions fonamentals assignades a aquest important component de les instal·lacions de circulació forçada són les següents:

- Controlar els estats d'arrancada/parada i la velocitat de la bomba de circulació del circuit primari, en funció d'un diferencial de temperatura de valor preestablert entre la sortida del col·lector solar i la de l'acumulador.

- Activar el sistema el sistema auxiliar de recolzament quan la instal·lació solar no pot suportar l'energia tèrmica demandada.

Aquesta unitat comunament arranca la bomba de circulació quan la temperatura de sortida del líquid del circuit primari del col·lector solar és superior a un valor situat entre 4°C i 6°C a la de l'acumulador, fet que es denomina temperatura diferencial d'arrencada.

Aquest element el porta incorporat l'estació solar, Delta Sol E (*veure Annex V, apartat 2.5.1.6 Sistema de control*)

1.8.1.10 Equips de mesura

Els sensors de temperatura utilitzats són generalment termoparell del tipus PT1000 o similar amb un recobriment de platí per immersió en el líquid a través d'una baina que proporcionen una tensió de nivell depenent de la temperatura. Es connecten a la central de regulació a través de cables separats dels de la xarxa, idealment apantallats, atès el reduït nivell de tensió que proporcionen els sensor, el valor dels quals està situat en el rang dels mili-volts.

S'instal·laran termòmetres en l'entrada i sortida del captador i a l'entrada i sortida del intercanviador. Les sondes de temperatura aniran connectades al regulador Delta Sol que porta incorporat l'estació solar.

També s'instal·larà manòmetres en la entrada i sortida de l'intercanviador. També en el vas d'expansió i un per mesurar la diferència de pressió entre l'aspiració i la descàrrega de la bomba. Aquests últims els portarà incorporat l'estació solar.

1.8.1.11 Sistema auxiliar.

El sistema de captació d'energia solar tèrmica necessita un sistema auxiliar per cobrir les necessitats en els moments en què no és possible proveir tota l'energia necessària tan sols amb el sol.

Els dos sistemes s'han d'acoblar de manera que el funcionament de la instal·lació es doni prioritat a l'aportació del sistema solar enfront de l'equip auxiliar, que ha de funcionar només com a suport, ja sigui aquest un escalfador, una caldera d'ACS i calefacció, un termo elèctric o una resistència. La regulació del pas a l'energia auxiliar pot ser automàtica o manual, segons les dimensions del sistema.

S'utilitzarà una caldera de gas connectada amb sèrie amb el circuit solar, la qual anirà comandada pel sistema de control que l'activarà quan vegi que la temperatura no arriba a la desitjada.

1.8.1.12. Fracció solar

La fracció solar és la quantitat d'energia solar obtinguda a través de la tecnologia solar utilitzada, dividida pel total de l'energia requerida. Això ens serveix per fer una aproximació del grau de cobertura de la instal·lació.

A continuació en la *figura 28* es pot observar l'energia requerida i la subministrada per la instal·lació solar tèrmica.

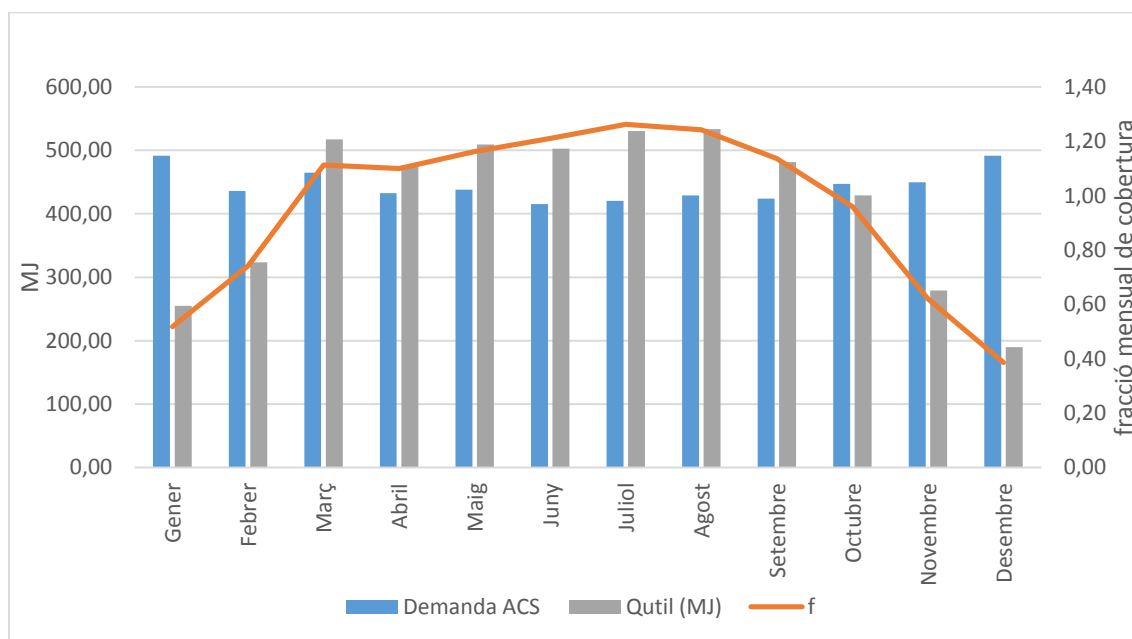


Figura 28 Gràfic de la demanda d'ACS, energia produïda i fracció de cobertura.

Com s'observa en la *figura 28* el coeficient de cobertura global és bastant elevat, d'un 85%, bastant per sobre del que exigeix del DBH4, un 50%. Es garanteix el funcionament de la instal·lació sense la necessitat d'utilitzar el sistema de recolzament set mesos del any, els altres mesos serà necessari la utilització del sistema auxiliar per poder cobrir les nostres necessitats.

1.8.1.13 Mètode de dimensionament.

Per al dimensionament de les instal·lacions d'energia solar tèrmica es suggereix el mètode de les corbes *f* (F-Chart), que permet realitzar el càlcul de la cobertura d'un sistema solar, és a dir, de la seva contribució a l'aportació de calor total necessari per cobrir les càrregues tèrmiques, i del seu rendiment mitjà en un llarg període de temps.

Àmpliament acceptat com un procés de càlcul prou exacte per a llargues estimacions, no s'ha d'aplicar per a estimacions de tipus setmanal o diari.

Per desenvolupar s'utilitzen dades mensuals mitjanes meteorològiques, i és perfectament vàlid per determinar el rendiment o factor de cobertura solar en instal·lacions d'escalfament, en tot tipus d'edificis, mitjançant captadors solars plans.

La seva aplicació sistemàtica consisteix a identificar les variables adimensionals del sistema d'escalfament solar i utilitzar la simulació de funcionament mitjançant ordinador per dimensionar les correlacions entre aquestes variables i el rendiment mitjà del sistema per un dilatat període de temps.

1.8.2 Solució 2: Bombeig d'aigua

El bombament d'aigua té una llarga història. S'han desenvolupat molts mètodes per bombar aigua. La humanitat ha fet servir una varietat de fonts energètiques, és a dir l'energia humana, la força dels animals, l'energia hidràulica, l'eòlica, la solar i els combustibles com el dièsel per a petits generadors. Les bombes més comunament utilitzades en àrees remotes són:

- Bombes de mà
- Bombes de pou accionades directament per dièsel
- Bombes elèctriques submergibles acoblades a un generador de dièsel
- Bombes solars submergibles

	AVANTATGES	INCONVENIENTS
BOMBES DE MA	<ul style="list-style-type: none"> - És possible la seva fabricació local - Fàcil de mantenir - Baix cost - No té cost de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> - Pèrdua de productivitat humana - Freqüent ús ineficient dels pous - Petits caudals de flux
BOMBES ACCIONADES MITJANÇANT ANIMALS	<ul style="list-style-type: none"> - Més potents que les humanes - Menor salari que la potència humana - El fem es pot fer servir com a combustible 	<ul style="list-style-type: none"> - Els animals requereixen ser alimentats durant tot el dia - Amb freqüència es destinen a altres activitats en períodes de regadiu
BOMBES HIDRÀULIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Operació desatesa - No tenen cost de combustible - Baix cost - Llarga vida útil 	<ul style="list-style-type: none"> - Requereixen condicions d'ubicació específiques - Baix rendiment
BOMBES EÒLIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Operació desatesa - Fàcil manteniment - Llarga vida útil - Es poden fabricar de forma local - No requereixen combustibles 	<ul style="list-style-type: none"> - Es requereix el emmagatzematge d'aigua per a períodes amb poc vent - Necessitat d'un bon pla de disseny i planificació del projecte - No son fàcils d'instal·lar - Hi ha zones on tenim poc vent
SOLAR FOTOVOLTAICA	<ul style="list-style-type: none"> - Operació desatesa - Fàcil manteniment - Llarga vida útil - Es poden fabricar de forma local - No requereixen combustibles 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevat cost del equip - Requereix emmagatzemant d'aigua per a períodes amb poca irradiació - Amb freqüència les reparacions requereixen tècnics entrenats
BOMBES DE DIÈSEL I GASOLINA	<ul style="list-style-type: none"> - Ràpid i fàcil manteniment - Baix cost de capital - Àmpliament utilitzades - Poden ser portàtils 	<ul style="list-style-type: none"> - Subministrament de combustible erràtic i cos elevat - Elevat cost de manteniment - Curta vida útil - Contaminació per soroll i fum

Taula 8 Avantatges e inconvenients dels diferents sistemes de bombeig.

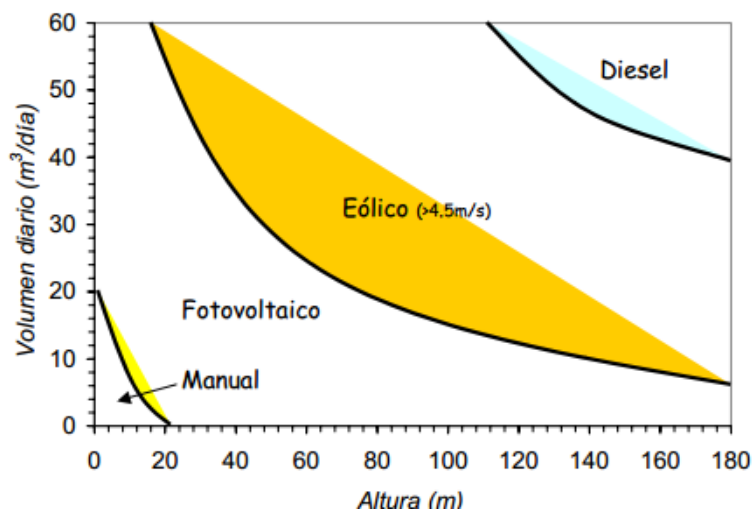


Figura 29 Gràfic indicatiu de la selecció de la tecnologia més apropiada d'acord al volum diari i profunditat de bombeig. (Font: Ciemat)

Bombeig fotovoltaic

Una instal·lació de bombeig fotovoltaic està composta principalment per un generador FV, un motor/bomba, un pou, un sistema de canonades i un dipòsit d'acumulació. Es pot disposar d'un sistema de condicionament de potència (controladors DC/DC, inversors DC/AC o altres dispositius electrònics) d'acoblament entre el generador FV al motor, per poder operar amb motors AC o per incrementar el rendiment mig diari en sistemes amb motors DC que accionen bombes de desplaçament positiu. El sistema ha de ser correctament instal·lat i protegit, utilitzant sensor de nivell per evitar el desbaratament de l'aigua i l'operació de buidat.

Encara que en el present projecte la nostra font d'aigua no és un pou sinó un dipòsit a una cota inferior on s'utilitzarà una bomba de superfície, igualment es vol mostrar la configuració més habitual, un sistema motobomba submergible instal·lada en un pou

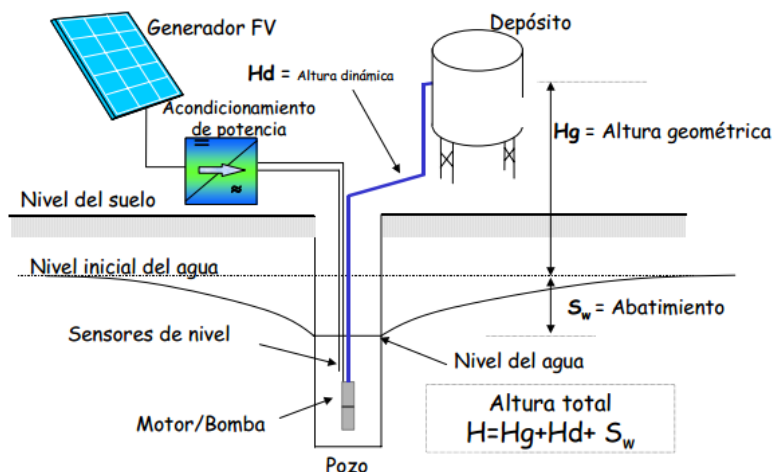


Figura 30 Esquema tipus d'una instal·lació de bombeig fotovoltaic (Font: Ciemat)

Els principals factors que determinen la configuració d'un sistema de bombeig fotovoltaic són:

- Les condicions hidràuliques:

- La profunditat del nivell de l'aigua en el pou sota la superfície
- L'altura estàtica d'elevació de l'aigua fins al dipòsit d'emmagatzematge
- Les pèrdues addicionals de fricció en les canonades i accessoris (altura dinàmica)

- L'energia subministrada pel generador al llarg del dia ve determinada per la radiació solar i les condicions climatològiques.

D'acord amb aquets factors, es poden definir diverses configuracions d'un sistema de bombeig fotovoltaic: submergible, flotant, amb bomba centrífuga o de desplaçament positiu, amb motor de corrent contínua o corrent alterna, etc.

En el cas d'aquest projecte el sistema de bombeig es farà amb una bomba de superfície.

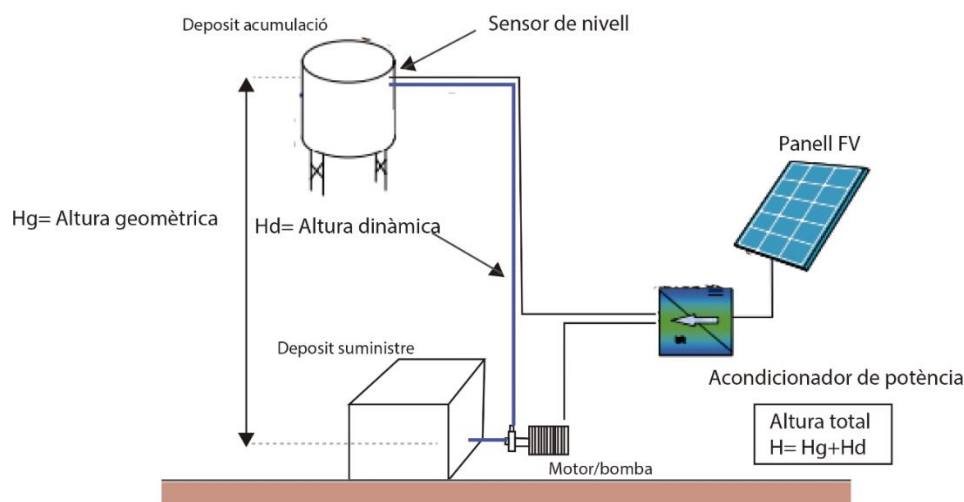


Figura 31 Esquema de l'instal·lació del present projecte.

Els components essencials en tota instal·lació són:

- Subsistema motor-bomba
- Subsistema de condicionament de potència o regulació
- Subsistema d'acumulació i distribució
- Subsistema de generació o generador fotovoltaic

1.8.2.1 Subsistema motor-bomba

El subsistema motor-bomba està format per un motor que acciona una bomba d'aigua. En general els motors poden ser de corrent contínua (DC) o de corrent alterna (AC). Les bombes poden ser centrífugues o de desplaçament positiu. Per la situació d'extracció de l'aigua els sistemes motor-bomba poden ser submergibles, flotants o de superfície.

Motors

El motor és una màquina que transforma l'energia elèctrica en energia mecànica. Depenent del tipus d'alimentació elèctrica, els motors es poden classificar bàsicament en:

- Motors de corrent contínua (DC)
- Motors de corrent alterna (AC)

Depenent del tipus de construcció, els motors de corrent contínua poden ser d'imant permanent (amb o sense escombretes), sèrie, shunt o composta, i els motors de corrent alterna poder ser monofàsics, trifàsics, síncrons o asíncrons.

El principi de funcionament dels motors és la inducció electromagnètica, on una espira per la que circula un corrent elèctric dins d'un camp magnètic que està sotmesa a força de desplaçament.

Bomba

Una bomba és una màquina capaç de transformar energia mecànica en energia hidràulica. Hi ha dos tipus de bombes.

- Bombes de desplaçament positiu o volumètriques, en les que el principi de funcionament està basat en la hidrostàtica, de manera que l'augment de pressió es realitza per l'empenta de les parets de les cambres que varien el seu volum. En aquest tipus de bombes, en cada cicle l'òrgan propulsor genera de manera positiva un volum donat o cilindrada, per la qual cosa també s'anomenen bombes volumètriques. En cas de poder variar el volum màxim de la cilindrada es parla de bombes de volum variable. Si aquest volum no es pot variar, aleshores hom diu que la bomba és de volum fix.
- Bombes centrífugues, també anomenades rotodinàmiques, que són sempre rotatives i són un tipus de bomba hidràulica que transforma l'energia mecànica d'un impulsor. El fluid entra pel centre del rodet, que disposa d'uns àleps per

conduir el fluid, i per efecte de la força centrífuga és impulsat cap a l'exterior, on és recollit per la carcassa o cos de la bomba, que pel contorn la seva forma el condueix cap a les canonades de sortida o cap al següent rodet es basa en l'equació d'Euler i el seu element transmissor d'energia s'anomena impulsor rotatori anomenat rodet en energia cinètica i potencial requerides i és aquest element el qual comunica energia al fluid en forma d'energia cinètica.

	BOMBES DE DESPLAÇAMENT POSITIU	BOMBES CENTRIFUGUES
AVANTATGES	<ul style="list-style-type: none"> - NSPH baix - Baix cost - Poc espai requerit - Ampli rang de pressions i viscositats - Autocebants - Poden suportar líquids amb alt contingut en gasos 	<ul style="list-style-type: none"> - Flux continu - Operació silenciosa - Fàcil control del flux - Construcció simple (baix cost de manteniment) - Pot suportar sòlids suspesos - Alta gama de materials (maneig de líquids corrosius)
INCONVENIENTS	<ul style="list-style-type: none"> - No suporten sòlids en suspensió - Eficiència volumètrica baixa - Els líquids suportats han de tenir bones propietats lubricants.. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitacions en la viscositat del líquid manejat - Requereix encebat - No pot suportar líquids amb més del 5% de gasos en el seu volum - NPSH alt

1.8.2.1.1 Selecció del motor/bomba

Per determinar la bomba a utilitzar és necessari saber el cabal de circulació, i l'altura manomètrica de la bomba. La bomba s'haurà d'escollir de forma que sigui capaç de vèncer les pèrdues de càrrega contínues de la canonada, les pèrdues singulars, i l'altura geomètrica $H=H_g+H_d$ (veure Annex II, apartat 2.2.3 Càlcul bomba d'impulsió)

S'ha triat una bomba de superfície de la marca LORENTZ amb un motor de corrent contínua (CC) ECDRIVE 150-BOOST amb un voltatge d'entrada >17V i un capçal de la bomba de desplaçament positiu PEBOOST- 330. (veure Annex V, apartat 2.5.2.1 Bomba)

1.8.2.2 Subsistema de a condicionament de potencia.

A una temperatura i nivell d'irradiància un generador FV te una característica I-V. Per a maximitzar la transferència d'energia, la càrrega elèctrica ha de ser tal que la seva pròpia

corba característica I-V intercepti a la del generador FV tan a prop del punt de màxima potència com sigui possible. El paper del circuit de condicionament de potència és proporcionar al motor/bomba la combinació més adequada de tensió/corrent, a la vegada d'assegurar que el generador FV operi en el seu punt de màxima potència.

Aquest element també és l'encarregat d'activar o d'aturar la bomba quan els nivells dels dipòsits ho requereixin. Es monitoritza la instal·lació mitjançant unes sondes de nivell.

1.8.2.1.1 Selecció subsistema de condicionament

Aquest element el fabricant ens el subministra conjuntament amb la bomba, Controlador PS 150 (*veure Annex V, apartat 2.5.2.1 Bomba*)

Es tracta d'un controlador que apart d'actuar com un regulador MPPT (*veure apartat 1.8.3.4*) i protegir la instal·lació (polaritat inversa, sobrecàrregues i alta temperatura), monitoritza i controla la instal·lació mitjançant unes entrades per a sondes instal·lades en els dos dipòsits.

1.8.2.3 Subsistema d'acumulació i distribució

El subministrament d'aigua mitjançant bombeig amb energia solar fotovoltaica únicament subministra aigua durant les hores de sol, a no ser que s'incloguin en el sistema d'acumuladors electroquímics o bateries o dipòsits d'emmagatzematge d'aigua. Una forma d'emmagatzemar l'energia és mitjançant l'ús de dipòsits d'emmagatzematge en aigua, els quals depenen de la seva capacitat poden proporcionar el dèficit d'aigua en aquells moments on la irradiació és nul·la.

La inclusió en el sistema d'un dipòsit d'emmagatzematge fa que es pugui disminuir la potència pic del generador.

1.8.2.3.1 Selecció del subsistema d'acumulació i distribució

El dipòsit d'acumulació d'aigua es tria tenint en compte un el consum diari d'aigua i un factor de protecció que ens garanteix el subministrament d'aigua durant dos dies consecutius amb radiació nul·la o insuficient. (*veure Annex II, apartat 2.2.1 Tanc d'emmagatzematge*).

A de més d'aquestes necessitats hidràuliques s'ha de tenir en compte les condicions meteorològiques a les que estarà exposat, a causa que se situarà en una zona exterior de la casa. També s'ha de tenir en compte les possibles gelades i els rajos del sol que pugui rebre. Per solucionar aquest possible problema s'aïllarà la zona exterior d'aquest.

Es trien dos dipòsits de polietilè d'alta densitat connectats en paral·lel de 1000 litres, cada un. (*Veure Annex V, apartat 2.5.2.3 Dipòsit d'acumulació*)

Pel que fa la línia de distribució s'ha escollit unes canonades de polietilè negre PE 100 10ATM, l'elecció del diàmetre d'aquestes s'ha fet considerant el diàmetre nominal que ens minimitzava les pèrdues per fricció. (*veure Annex II, apartat 2.2.2 Conduccions*).

El diàmetre nominal de la canonada serà DN 32mm. (*veure Annex V, apartat 2.5.2.4 Canonades*).

1.8.2.4 Subsistema de generació

El sistema generador fotovoltaic serà l'encarregat de proporcionar-nos l'energia necessària per accionar el sistema motor/bomba. El funcionament del sistema fotovoltaic queda definit en el apartat 1.8.3.3.

1.8.2.4.1 Selecció del subsistema de generació

El tipus de mòdul que s'utilitzarà serà de silici policristal·lí, les hem escollit per davant les monocristal·lines encara que les monocristal·lines tenen millor rendiment teòric (en laboratori) i es va crear la falsa creença que les monocristal·lines són força millors. A la pràctica s'ha demostrat que aquesta avantatge teòrica no sols no existeix, sinó que les policristal·lines solen estar bé o fins i tot millorar en prestacions a les monocristal·lines.

Ahora d'escollir la marca comercial de panell utilitzat s'ha tingut en compte els valors que les caracteritzen (I_{SC} , I_{MP} , V_{OC} , V_{MP} , P_{mp}), tot tenint en compte:

- La demanda energètica de la bomba. (*veure Annex II, apartat 2.1.3 Bomba d'impulsió*)
- El voltatge mínim d'entrada de la bomba.

La demanda energètica de la bomba ve definida per la seva corba de funcionament que ens facilita el fabricant. Per complir els requisit hidràulics el fabricant ens determina una potència mínima d'entrada de 70W.

Aquest valor el corroborem calculant l'energia elèctrica consumida per la bomba calculat a partir de la potència hidràulica necessària. *(veure Annex II, apartat 2.2.3 Bomba d'impulsió)*

Amb els valors de l'energia elèctrica necessària i la irradiació es calcula la potència mínima que hauria de tenir el generador que és de 100W *(veure Annex II, apartat 2.2.4.3 Dimensionat del generador)*. Es pot observar que aquest valor no difereix molt dels valors recomanats pel fabricant.

Pel que fa als requisits mínims que d'entrada de tensió el fabricant ens aconsella un $V_{MP} > 17V$.

Aquets dos punts anteriors ens fan decantar per un mòdul comercial Solarworld de 250Wp. *(veure Annex V, apartat 2.5.2.1 Panell fotovoltaic)* Amb instal·lació d'un únic panell cobrim sobradament les necessitats de la instal·lació.

1.8.2.5 Mètode de dimensionament

El dimensionat de sistemes de bombeig fotovoltaic es pot abordar mitjançant diferents mètodes depenent de la seva complicació, del número de variables considerades i el grau d'optimització en la obtenció dels resultats.

En general existeixen tres passos que és necessari seguir.

- Avaluació de l'energia hidràulica necessària
- Avaluació de l'energia solar disponible
- Definició del equip de bombeig necessari

El mètode de dimensionat exposat en aquest projecte està basat en càlculs sobre els valors màxims de l'energia hidràulica necessària i de la radiació solar disponible del mes més desfavorable. Una vegada determinada l'energia hidràulica necessària es determina el mes en el qual la demanda d'aigua és major en relació amb l'energia solar disponible.

El dimensionat dels elements del sistema es calcula per satisfer la demanda en aquest mes de dimensionat o "mes pitjor", assegurant un excedent d'aigua la resta del any.

En dissenyar un sistema de bombeig hi ha dos aspectes que s'han de tenir en compte:

- La selecció dels components del sistema és crucial per a proporcionar al sistema un baix manteniment, llarga vida útil i alta fiabilitat.
- L'acoblament dels components del sistema requereix una alta coneixement i experiència i d'això dependrà el rendiment final del sistema.

1.8.3 Solució3: Instal·lació fotovoltaica

L'energia solar fotovoltaica correspon a un sistema directe de conversió, ja que els fotons de la radiació solar interactuen de mode directe sobre els electrons del captador fotovoltaic per a donar lloc a l'efecte fotoelèctric i, en ell, la generació de corrent elèctric.

El component bàsic d'aquest mètode directe de conversió de l'energia és la denominada cèl·lula solar, amb la que es construeixen els panells solars o mòduls solars, els quals proporcionen un corrent elèctric de valor depenent de l'energia solar que incideix sobre la seva superfície.

Un conjunt de components complementaris al panel permeten acumular energia elèctrica per utilitzar-la en temps diferents a la seva obtenció, canviar-la de format a corrent alterna per alimentar electrodomèstics, i adaptar-la per a la seva injecció a les xarxes públiques de distribució d'energia elèctrica.

Classificació de les instal·lacions:

Instal·lacions connectades a la xarxa: Els sistemes connectats a xarxa no tenen sistemes d'acumulació, ja que l'energia produïda durant les hores d'insolació és canalitzada a la xarxa elèctrica. La seva finalitat és la de connectar a la xarxa general a una instal·lació fotovoltaica i vendre tota l'energia produïda a la companyia elèctrica.

Instal·lacions aïllades de la xarxa: són instal·lacions destinades a l'obtenció de l'energia elèctrica per a qualsevol aplicació, que no tinguin cap punt de connexió amb les xarxes públiques de distribució d'energia per injectar en elles corrent i es denominen aïllades. Aquestes es poden subclassificar en:

- Instal·lacions centralitzades, que són les que cobreixen les necessitats d'un conjunt d'habitatges, i que la seva justificació està en la reducció de l'impacte ambiental i en motius econòmics.

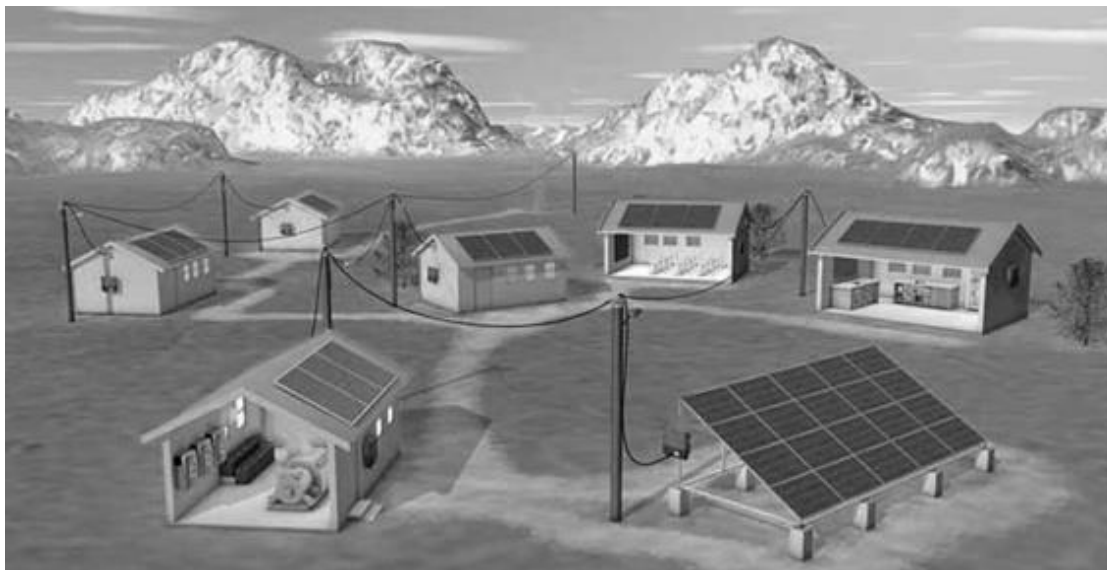


Figura 32 Instal·lació aïllada de la xarxa centralitzada.

-Instal·lacions descentralitzades, que corresponen a les cobreixen la necessitat d'un sol usuari, ja sigui un habitatge, repetidor, etc.



Figura 33 Instal·lació solar aïllada descentralitzada

1.8.3.1 Instal·lació fotovoltaica aïllada

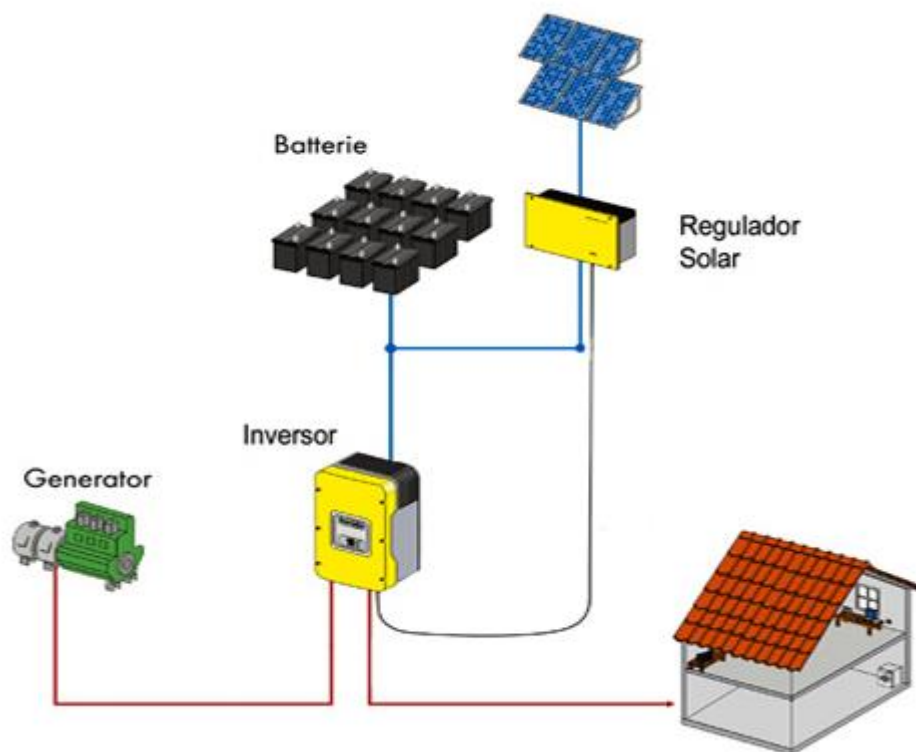


Figura 34 Esquema instal·lació fotovoltaica

Els subsistemes que conformen la instal·lació solar fotovoltaica aïllades són els següents:

- a) **Subsistema de generació**, mitjançant panells solars, que són els encarregats de transformar part de l'energia solar en energia elèctrica.
- b) **Subsistema de regulació** constituït per un regulador, que protegeixen el sistema fotovoltaic davant les descàrregues excessives o sobre tensions.
- c) **Subsistema d'acumulació** constituït per bateries encarregades de l'acumulació de l'energia elèctrica.
- d) **Subsistema de condicionament de potència** és l'encarregat de condicionar la tensió per proporcionar una corrent similar a la de la xarxa elèctrica.
- e) **Instal·lació elèctrica**
- f) **Sistema de recolzament**

1.8.3.2 Tensió nominal del sistema

En funció de l'envergadura de la instal·lació, és a dir de la potència del camp solar obtingut, es determinarà la tensió de treball de la Instal·lació, allò que al sistema d'acumulació es refereix.

En conseqüència, es poden establir uns valors de referència per determinar la tensió de treball en funció de la potència obtinguda a la taula 9 es mostren els valors de referència.

REFERENCIES DE L'ELECCIÓ

POTENCIA < 400Wp	12V
400 Wp < POTENCIA < 5000Wp	24V o 48V
POTENCIA > 5000 Wp	48V – 110 V

Taula 9 Potències de referència elecció tensió de treball del circuit

En el nostre cas la potència instal·lada estarà en el rang entre 400-5000 Wp, el que ens recomana que treballem amb una tensió nominal de 24V o 48V.

S'ha escollit una tensió nominal del sistema de 48V, ja que el sistema de condicionament de potència requereix aquesta tensió, a més es minimitzen les pèrdues per cablejat.

1.8.3.3 Subsistema de generació

El sistema de generació el conforma un o diversos panells fotovoltaics, que és un dispositiu constituït per cèl·lules solars, que produeixen electricitat a partir de la llum que incideix sobre ell.

A continuació s'exposa breument el funcionament del panell fotovoltaic i les característiques principals que el defineixen.

Els panells fotovoltaics es componen de cèl·lules solars, els encarregats dels quals són el que tenen la funció de portar a terme l'efecte fotovoltaic. El principal funcionament de les cèl·lules solars és:

- Els fotons transfereixen l'energia de la radiació solar incident als electrons dels semiconductors, alliberant-los de la xarxa cristal·lina a la que estaven units. (generació de buits)

- La diferència de potencial existent en la unió provoca un flux de portadors (electrons i buits) fotogeneradors, originant una diferència neta de potencial en la cèl·lula.
- Mitjançant contactes existents en les cèl·lules, es pot disposar d'un circuit exterior pel que circularà un corrent elèctric, el qual podrà entregar potència elèctrica útil.

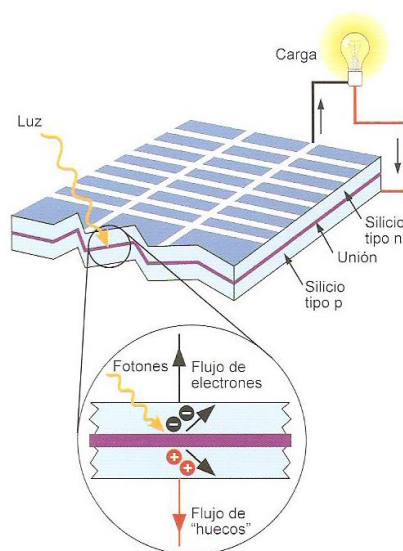


Figura 35 Funcionament d'una cèl·lula solar

Una cèl·lula solar es pot representar pel circuit equivalent de la figura 34. Com es pot apreciar, no és més que la representació elèctrica simplificada del funcionament descrit anteriorment, és a dir, una corrent de portador fotogeneradors, un díode resultant de la unió de semiconductors, una tensió provocada per l'efecte fotovoltaic i una resistència que engloben les pèrdues existents durant el funcionament (corrents de fuga, contactes, etc.).

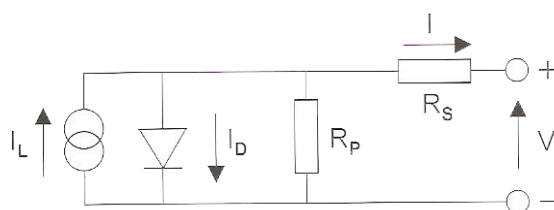


Figura 36 Circuit elèctric equivalent d'una cèl·lula solar

Aquest circuit elèctric equivalent es pot fer extensiu a un mòdul FV format per N_p files amb paral·lel i cada una amb N_s cèl·lules amb sèrie, resultant de la tensió-corrent que es mostra a continuació:

$$I = I_{SC} \left[1 - \exp \frac{(V - V_{oc} + I R_{SG})}{N_s V_T} \right]$$

On

I , corrent proporcionat pel mòdul FV. És la mateixa a la subministrada per una sola cèl·lula multiplicada per número de cèl·lules en paral·lel.

I_{SC} , corrent proporcionada pel mòdul FV en condicions de curtcircuit. Es considera a efectes pràctics igual a la corrent de portadors fotogeneradors.

V , és la tensió existent entre els bornes del mòdul FV. És la mateixa a l'existent en una cèl·lula, multiplicada pel número de cèl·lules en sèrie.

V_{OC} , és la tensió existents entre els borns del mòdul FV a circuit obert, és a dir, amb absència de I .

R_{SG} , Resistència en sèrie total del mòdul FV, igual a $R_s N_s / N_p$

La representació gràfica de l'equació anterior es coneix com la corba característica V-I.

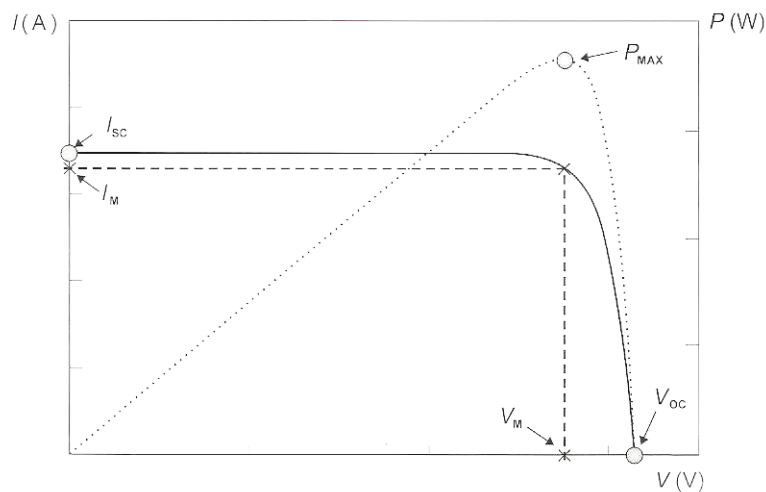


Figura 37 Corba característica V-I d'un mòdul FV

En aquesta corba també s'identifiquen uns punts que no hem definit anteriorment com són:

P_{MAX} o P_{MP} , és la màxima potència que pot subministrar una cèl·lula o mòdul i correspon al punt de la corba on el producte de la tensió per la corrent és màxim. Tots els punts restants generen valors inferiors.

I_M o I_{MP} , corrent que entrega la cèl·lula o el mòdul a potència màxima baix unes determinades condicions de radiació i temperatura.

V_M o V_{MP} , tensió que entrega la cèl·lula o el mòdul a una potència màxima sota unes determinades condicions de radiació i temperatura.

En aquesta corba queden reflectits el valors que caracteritzen i defineixen un mòdul fotovoltaic. Cal tenir en compte a què son causades les variacions d'aquesta corba:

- La tensió varia en funció de la temperatura
- La corrent que la cèl·lula subministra a la carga exterior és proporcional a la intensitat de la radiació i la superfície de la cèl·lula.

Mantenint la radiació constant i augmentant la temperatura:

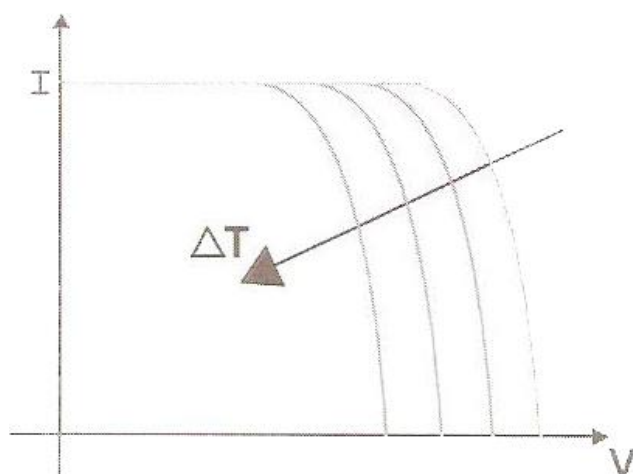


Figura 38 Efecte de la temperatura a la corba V-I

S'observa que la tensió es va fent cada vegada més petita a mesura que va augmentant la temperatura, mentre que el corrent roman pràcticament constant.

Si per el contrari es manté la temperatura i es varia la radiació (G)

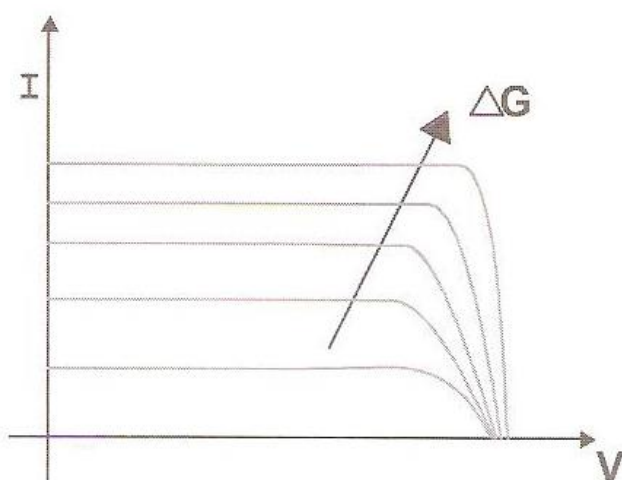


Figura 39 Efecte de la radiació a la corba V-I

S'observa que el corrent es va fent més petita a mesura que disminueix la radiació, mentre que la tensió gairebé no sofreix variacions.

D'una manera breu i simplificada ha quedat descrit el funcionament dels mòduls fotovoltaics. A continuació es mostren tecnologies que hi ha actualment de mòduls fotovoltaics, que es classifiquen pel tipus de cèl·lula que utilitzen:

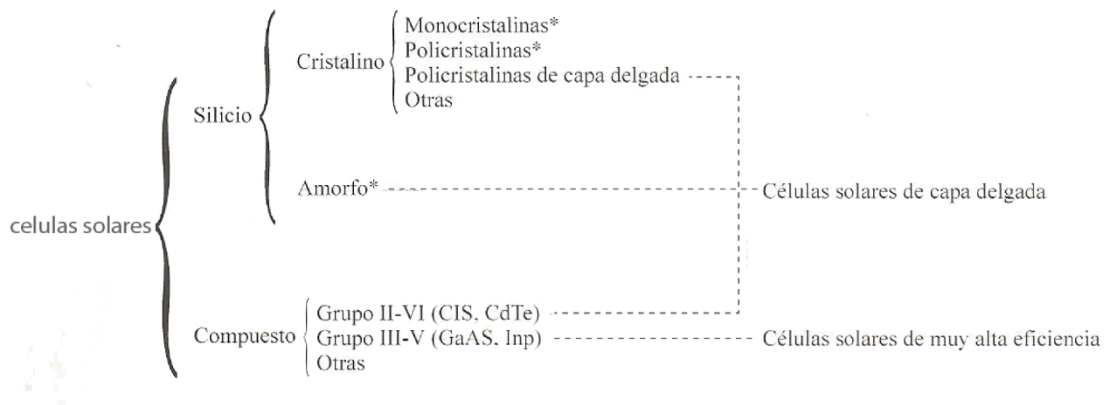


Figura 40 Classificació de les cèl·lules solars.

Actualment a nivell comercial els panells fotovoltaic que trobem són els monocristal·lins i els policristal·lins i comencen a comercialitzar-se els mòduls solars de capa fina amorfs.

1.8.3.3.1 Selecció del Subsistema de generació

Per escollir el mòdul fotovoltaic s'ha optat per escollir entre un mòdul policristal·lí o monocristal·lí, ja que els mòduls de capa fina han estat descartats pel seu elevat preu. Les diferències entre els monocristal·lins i els policristal·lins, encara que s'ha creat la falsa creença que el rendiment és superior a les monocristal·lins, la seva eficiència és molt similar fins i tot en alguns casos superiors en els policristal·lins. Principalment depèn de cada mòdul, per aquest motiu la principal raó a l'hora d'escollir el panell ha estat el rati entre els euros i Wh produït. (veure Annex III, apartat 2.3.5.)

Ahora d'escollir la marca comercial de panell utilitzat, a més de tenir el rati anteriorment comentat també, s'ha tingut en compte els valors que els caracteritzen (I_{sc} , I_{MP} , V_{oc} , V_{MP} , P_{mp}). Tenint en compte els següents punts:

- La demanda energètica corregida tenint en compte les correccions per rendiment de la instal·lació. (veure Annex III, apartat 2.3.5.1 Dimensionat bàsic)

- La configuració requerida a la entrada del regulador. Aquest punt és important perquè els reguladors ens limiten la tensió i la intensitat d'entrada. I s'ha d'escollir uns panells fotovoltaics que ens permetin una configuració alhora de connectats que ens maximitzin el rendiment.

La demanda energètica corregida que haurem de satisfer és de 5073,41 Wh, escollint com a mes de càlcul el mes desfavorable pel que fa a irradiació, d'aquesta manera ens assegurem el correcte funcionament al mes més desfavorable, per tant ens fa falta un camp fotovoltaic que ens pugui subministrar una potència pic de 1855 Wp.

Pel que fa la configuració requerida el fabricant del regulador ens aconsella treballar amb unes rangs de voltatge d'entrada de 70-100V i que no superin els 140 V. La intensitat màxima a l'entrada del regulador serà de 40A.

Aquets dos punts anteriors, el rati (€/Wh) més baix, ens fan decantar per un mòdul comercial ATERSA de 300Wp. *(veure Annex V, apartat 2.5.3.1 Panell fotovoltaic)*

Per cobrir les necessitats energètiques haurem d'instal·lar 6 com aquest. La forma de connectar-los entre ells per poder complir els requisits del regulador farà que optem per fer 3 strings (connexions en sèrie) de dos panells i aquets connectats en paral·lel. D'aquesta manera es pretén traure el màxim rendiment a la instal·lació. *(veure Annex III, apartat 2.3.5.2 Dimensionat del subsistema de generació).*

1.8.3.4 Subsistema de regulació

Hi ha fenòmens com la corrosió, la sulfatació i el gaseig, que poden aparèixer durant el funcionament d'una bateria i que afecten directament a la seva capacitat i al seu temps de vida, causant envelliment prematur. Aquets fenòmens es deuen a una sobrecàrrega o a una descàrrega excessiva, que ni el generador FV ni la pròpia bateria poden controlar. Per evitar aquets inconvenients que s'acaben d'esbossar, és necessària la inclusió de un nou subsistema el de regulació, que la seva finalitat és de millorar la fiabilitat i durabilitat del subsistema d'acumulació.

El dispositiu encarregat de portar a cap la funció mencionada és el regulador, o controlador de carga. .

En el mercat trobem dos tipus de regulador:

-Reguladors PWM (pulse-width modulation): són reguladors senzills que actuen com interruptors entre les plaques fotovoltaïques i la bateria. Aquests reguladors forcen als

mòduls fotovoltaics a treballar a la tensió de la bateria. Quan s'arriba a l'etapa d'absorció en la càrrega de la bateria el regulador modifica la intensitat dels pols, i talla diverses vegades per segon el contacte entre els mòduls i la bateria, evitant que la bateria es sobrecarregui.

-Reguladors MPPT (Maximum power point tracking): porten incorporat un seguidor del punt de màxima potència i un convertidor CC-CC, que transforma una corrent contínua d'alta tensió a una contínua de baixa tensió (per a carregar la bateria). A diferència dels reguladors PWM que treballen a la tensió de la bateria, els reguladors MPPT ho fan a la tensió que més els convé. És a dir, en alguns moments treballaran a màxima potència, per a treure més quantitat d'energia, o bé limitarà la potència en les fases d'absorció i flotació durant la carga de la bateria (així evitem sobre càrregues).

A continuació es mostren les avantatges d'un vers l'altre.

	PWM	MPPT
AVANTATGES	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologia provada des de fa molts anys - Són controladors barats - Estan disponibles fins 60A - Tenen una vida útil llarga 	<ul style="list-style-type: none"> - Ofereixen un potencial de l'increment en la eficiència fins a un 30% - Ofereixen la possibilitat de col·locar panells en sèrie a voltatges superiors al banc de bateries - Les garanties acostumen a ser majors.
INCONVENIENTS	<ul style="list-style-type: none"> - El voltatge nominal ha de ser el mateix que de la bateria - Els més petits vénen sense accessoris - Els controlador de càrrega tenen una capacitat limitada per al creixement del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> - Aquests controladors són més cars - Les unitats MPPT són generalment més grans en mida física - El dimensionat apropiat pot ser desafiant sense les guies del fabricant

Taula 10 Avantatges e inconvenients dels reguladors de carga PWM i MPPT

1.8.3.4.1 Selecció del Subsistema de regulació

El tipus de regulador escollit és un MPPT, a causa que la instal·lació té una potència instal·lada considerada i els avantatges mostrats anteriorment ens hem decantat per aquesta tecnologia.

S'ha escollit un regulador SUNNY ISLAND CHARGER 50 el model de 48V de la casa comercial SMA (*veure Annex V, apartat 2.5.3.3 Regulador de carga*)

S'ha comprovat que el regulador suportarà la configuració desitjada. (*veure Annex III, apartat 2.3.5.4 Dimensionat del subsistema de regulació*)

1.8.3.4 Subsistema d'acumulació

Els sistemes FV aïllats es caracteritzen generalment per tenir un consum elèctric constant, continu i prolongat amb el temps. Aquestes dos últims aspectes són les que fan necessària la inclusió d'un subsistema d'acumulació entre el de generació i consum final, i la missió de la qual és assegurar, seguint uns criteris pràctics, la disponibilitat d'energia elèctrica sempre que sigui necessari. Per a aconseguir-ho es recorre a la instal·lació d'acumuladors electroquímics, encarregats de l'acumulació de l'energia elèctrica generada pels mòduls FV.

Acumulador

Un acumulador electroquímic o simplement una bateria és un dispositiu capaç d'emmagatzemar o entregar la càrrega elèctrica que intervé en les reaccions electroquímiques que tenen lloc durant el seu funcionament, mantenint una diferència de potencial aproximadament constant entre els seus dos terminals de connexió externs.

Com també ja s'ha explicat en la cèl·lula FV, que era el dispositiu bàsic de generació d'electricitat, es pot dir que la cel·la electroquímica és el dispositiu bàsic d'acumulació d'electricitat. En essència està constituïda per:

- Un parell d'elèctrodes formats per un material actiu que intervé en les reaccions electroquímiques i entre les quals s'estableix una diferència de potencial capaç de generar corrent elèctric a través d'un circuit extern.
- L'electròlit, substància que serveix com medi conductor del corrent elèctric entre ambdós elèctrodes i actua també, en alguns casos, com element reaccionant.

-Normalment els acumuladors electroquímics contenen diverses cel·les unides de forma convenient per aconseguir una diferència de potencial i una capacitat d'acumulació adequades pel seu ús pràctic.

- A efectes elèctrics un acumulador electroquímic pot considerar com una font de tensió ideal en sèrie amb una resistència interna, tal com es pot apreciar en la figura 41.

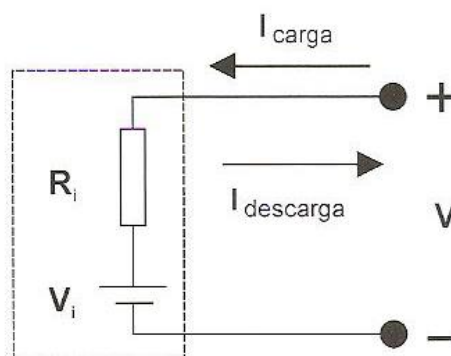


Figura 41 Circuit elèctric equivalent d'un acumulador electroquímic

En la pràctica aquesta font de tensió difereix molt de ser ideal i la modelització en circuit elèctric equivalent és complexa i objecte de continus estudis. Per aquesta raó el circuit mostrat a la *figura 41* s'ha de considerar sol a efectes conceptuals.

- Paràmetres que caracteritzen les bateries:

La capacitat nominal és el paràmetre principal que caracteritza el funcionament d'una bateria indica la quantitat de corrent que pot proporcionar una bateria completament carregada, durant un temps determinat.

Es mesura en ampers-hora Ah. Aquesta unitat no és molt clarificadora, ja que els Ah necessaris per satisfer un consum de 20 ampers durant 15 minuts són els mateixos que per satisfer el consum d'un amper durant 5 hores, és a dir 5Ah. Per aquesta raó la capacitat d'una bateria va sempre lligada a un subíndex que indica el temps de descàrrega.

Així, una capacitat C_{20} igual a 100 Ah indica que la bateria pot proporcionar 5 Ampers de corrent durant un temps igual a 20 hores. La variació de la capacitat respecte al temps no és lineal com es mostra a la *figura 42*.

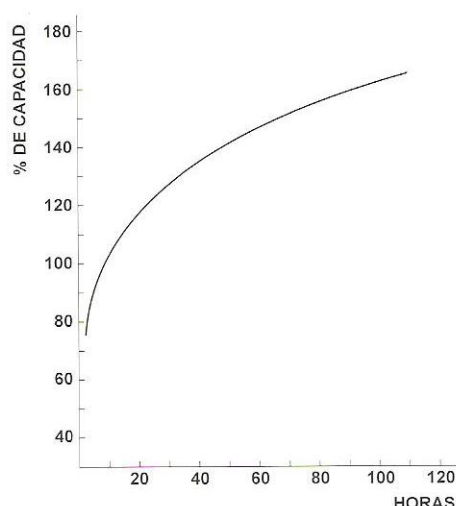


Figura 42 Variació típica de la capacitat en funció del temps de descarrega, indicada en % de C_{20}

Profunditat de descàrrega és un paràmetre que indica la relació percentual entre els AH extrets de la bateria i els Ah màxims que es pot extreure. És un paràmetre de disseny, i en la pràctica les bateries es dimensionen per evitar que durant el seu funcionament normal no descarreguin més que la profunditat de descàrrega preestablerta.

L'eficiència depèn de l'estat de càrrega i es defineix com el quocient entre el corrent (o energia) extreta i el corrent (o energia) necessari per restablir l'estat de càrrega corresponent. Aquesta diferència es deu principalment a les pèrdues per calor i a les reaccions químiques que tenen lloc en els processos de càrrega i descàrrega.

Classificació de les bateries.

Les bateries d'ús fotovoltaic són de tipus estacionari, dissenyades per oferir servei semi-continus o intermitents d'energia durant períodes llargs de temps, durant diverses hores o dies. La seva profunditat de descàrrega depèn de la seva composició interna. Hi ha gran varietat de capacitats i es divideixen en diversos tipus en funció de la composició química dels elements que les componen. Solem dividir també pel tipus de carcassa que tenen, ja que les de poca capacitat solen venir en una carcassa tipus monoblock com les de cotxe (encara que la seva composició és diferent). Les de mitjana i gran capacitat les componen elements individuals de grans dimensions que han de ser interconnectats entre si per aconseguir la capacitat i el voltatge adequats a l'ús que se li exigirà. Dels tipus existents en funció de la seva composició assenyalem:

De plom-àcid: Són les que dominen el mercat, sobretot per preu. Són sensibles als curtcircuits i requereixen d'un manteniment perquè la seva vida útil no es redueixi. A més generen gasos tòxics, per la qual cosa cal dedicar-los un espai ventilat, encara que per a petites capacitats existeixen bateries segellades en què s'afegeix un gelificant que espessa els líquids de l'electròlit amb el que no es produeixen pèrdues d'aquest, millorant la recuperació en descàrregues profundes i evitant el emplenat i manteniment a canvi d'una vida més curta i un preu addicional (bateries de gel). En grans capacitats s'utilitza per a les plaques internes un aliatge de plom i antimoni (Pb-Sb) que permet profunditats de descàrrega de fins al 80% si aquesta és lenta. De tota manera les profunditats de descàrrega òptimes han de ser inferiors al 50%. Aquestes bateries es presenten generalment en gots individuals de 2 volts de tensió nominal i cal connectar-los fins a aconseguir les tensions comunament utilitzades en fotovoltaica, 12V, 24V o 48V. Les bateries plom-àcid les podem classificar segons la tecnologia de fabricació:

- **Bateria oberta o ventilada:** Les bateries obertes són les més convencionals i es caracteritzen per tenir orificis d'accés al seu interior amb taps extraïbles, els quals permeten la verificació del nivell i gravetat específica de l'electròlit, l'eventual reposició de l'aigua perduda, i que els gasos produïts en el seu interior poden escapar a l'atmosfera. Invariablement, l'electròlit en aquestes bateries es troba en estat líquid.
- **Bateria segellada o regulada per vàlvula (VRLA):** Bateria en què la fuga dels gasos produïts per l'electròlisi de l'electròlit és controlat automàticament per una vàlvula sensitiva a la pressió. Les bateries segellades fan servir, plaques de plom calci i són de "lliure manteniment" (SMF) o "sense manteniment". Segons l'estat en què es trobi l'electròlit, les bateries segellades es classifiquen en: bateries de gel i bateries d'electròlit absorbit (o AGM). Les bateries de recombinació (de gel o AGM) són aquelles on, mitjançant un procés electroquímic, l'oxigen i l'hidrogen produïts internament tornen a combinar-se formant aigua per reincorporar de nou al seu cel; la recombinació té típicament una eficiència del 99%, després gairebé no hi ha pèrdua d'aigua.

	BATERIA OBERTA	BATERIA SEGELLADA (GEL)
AVANTATGES	<ul style="list-style-type: none"> - Bona relació preu/rendiment - Alt nivell de disponibilitat en el mercat (Gran varietat de tipus) 	<ul style="list-style-type: none"> - Seguretat contra derrama - Alta resistència a cicles de carga i descarrega - Reduïda gasificació - Són lliures de manteniment
INCONVENIENTS	<ul style="list-style-type: none"> - Requereix revisió del nivell de l'electròlit - Es poden derramar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Preu alt - Reduïda disponibilitat - Problemes en treballar amb altes temperatures - Menys cicles de carrega.

De plom calci (Pb-Ca): El seu preu és moderat. Tenen una baixa autodescàrrega i no tenen totalment de manteniment. Són molt utilitzades per a petites capacitats per la comoditat que ofereixen. Però la seva baixa profunditat de descàrrega, d'ús general del 20% i límit en el 40% les situen en la meitat de la capacitat d'una estacionària de plom àcid.

1.8.3.3.1 Selecció del Subsistema d'acumulació

El tipus de bateria escollida serà de Plom-Àcid estacionaria ventilada, amb vasos individuals de 2 Volts .S'ha escollit per davant de les bateries de Gel principalment per la seva diferència de preu i el major número de cicles de carrega/descarrega que permeten, encara que les bateries escollides requeriran un manteniment, revisar el nivell de l'electròlit.

Per seleccionar la capacitat de la bateria s'ha tingut en compte el consum establert per un dia, la profunditat de descàrrega i els dies d'autonomia. *(veure Annex III, apartat 2.3.5.3 Dimensionat del subsistema d'acumulació)*

S'ha escollit una bateria OPzS de la marca comercial HOOPECKE de 490Ah que en $C_{20} = 633Ah$. *(veure Annex V, apartat 2.5.3.2 Bateries)*

1.8.3.4 Subsistema de condicionament de potencia

S'ha vist anteriorment que tant el generador FV com les bateries proporcionen tensió i corrent continua. En alguns casos, el valor de la tensió i/o tipus de corrent generada no

sol els adequats per al consum i es fa necessària la inclusió d'un nou subsistema, que té la finalitat de condicionar i adaptar les característiques de potència generada i consumida.

Per satisfer aquesta necessitat s'utilitzen inversors, que són els encarregats de fer la conversió de les característiques elèctriques de l'energia. Un inversor ve especificat per la seva tensió nominal d'entrada, la seva potencia nominal, la seva eficiència i el seu tipus de senyal. A continuació es descriuen els següents paràmetres mostrat abans:

Potència nominal d'entrada: Els inversors tenen una potencia d'entrada especificada pel fabricant, que és un paràmetre important i l'haurem d'escollir en funció de la tensió nominal del circuit.

Potència nominal: És el paràmetre que defineix l'inversor i és la potència que serà capaç de subministrar de forma contínua.

L'eficiència de l'inversor: És un paràmetre de gran importància, indica com es comporta aquest per a nivells de potencia diferents a la nominal, és a dir, quan la càrrega connectada al inversor no és la nominal. A continuació es mostra la corba típica de variació de l'eficiència en funció de la potència generada:

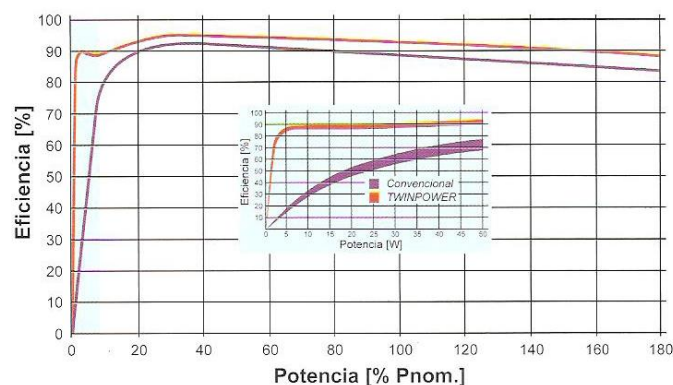


Figura 43 Variació típica de l'eficiència d'un inversor

Capacitat de sobrecarrega: L'inversor ha de ser capaç de manejar una potència varies vegades superior a la nominal, durant breus períodes de temps, perquè permeti puntes de corrent originades normalment per motors.

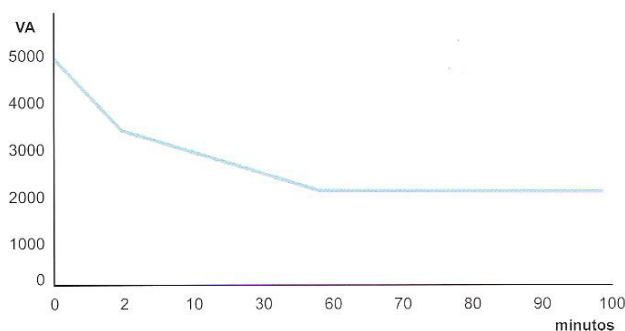


Figura 44 Capacitat de descarrega d'un inversor de 2500 VA

El tipus de senyal: Aquesta fa referència a la forma de l'onda de tensió generada. Les dues més usuals són la sinusoïdal pura (com la de la xarxa) i la que el fabricant acostuma a denominar com sinusoïdal modificada o trapezoïdal. S'aconsella sempre utilitzar inversors d'ona sinusoïdal pura a causa que molts aparells electrònics no funcionen correctament amb senyals modificades.

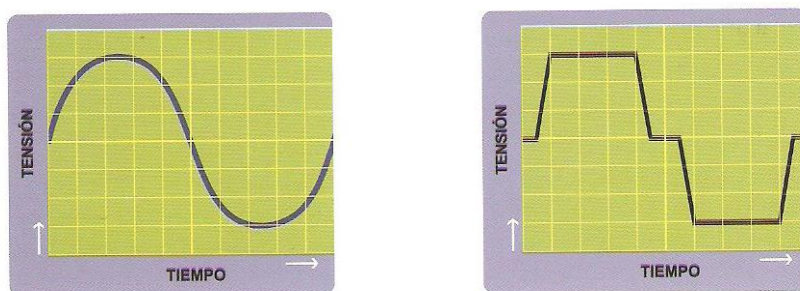


Figura 45 Onda sinusoïdal pura, a l'esquerra i trapezoïdal, a la dreta

1.8.3.4.1 Selecció del Subsistema de condicionament de potència

En la selecció del inversor s'ha descartat completament els inversor de onda sinusoïdal modificada per el baix rendiment que tenen i els problemes que donen a alguns aparells electrònics. La selecció del inversor s'ha efectuat tenint en compte la potència nominal que volem que ens subministri. (veure Annex III, apartat 2.3.5.5 Dimensionat del subsistema de condicionament de potència)

S'ha escollit un inversor SUNNY ISLAND 6.0h capaç de subministrar-nos 4.5 KW de potència, d'aquesta manera es tindrà una potència capaç d'oferir-nos unes característiques similars a la d'un habitatge convencional. (veure Annex V, apartat 2.5.3.4 Inversor)

1.8.3.5 Selecció del cablejat i les proteccions de la instal·lació

Malgrat que no existeixi una reglamentació elèctrica específica per a instal·lacions FV autònomes, no s'ha d'oblidar el compliment del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió en tots aquells aspectes comuns i d'aplicació.

El procediment de càlcul de la secció del cablejat utilitzat és el del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió IT19. S'ha tingut en compte la caiguda de tensió permesa i la intensitat màxima admissible. (veure Annex III, apartat 2.3.6 Instal·lació elèctrica)

A la *taula 11* es mostren els diàmetres seleccionats per a cada tram:

TRAM	S NOMINAL <i>mm</i> ²
PANELL-REGULADOR	10
REGULADOR-BATERIA	10
BATERIA- INVERSOR	70

Taula 11 Secció del cablejat

El procediment per a la selecció de les proteccions s'ha seguit el Reglament Electrotècnic de Baixa tensió IT22 on es detalla la protecció contra sobreintensitats en les instal·lacions de baixa tensió. S'escollirà com a protecció un fusible del tipus gG, és a dir un cartutx fusible d'ús general limitador de corrent. (veure Annex III, apartat 2.3.6 Instal·lació elèctrica).

A la *taula 12* es mostra la I_n assignada al fusible de cada tram del circuit.

TRAM	I_n (ASSIGNAT)
PANELL-REGULADOR	45 A
REGULADOR-BATERIA	45 A
BATERIA-INVERSOR	125A

Taula 12 Intensitat nominal del fusible

1.8.3.6 Instal·lació de toma a terra.

En instal·lacions amb tensions nominals superiors a 48 volts s'ha de disposar d'una toma a terra, que estarà connectada (com a mínim) a l'estructura del camp generador i als marcs dels mòduls fotovoltaics.

En la instal·lació de l'habitatge serà obligatori l'ús de toma a terra, mitjançant l'ús d'un elèctrode o grup d'elèctrodes enterrats al terra. El valor de la resistència de posada a terra es recomana per un valor inferior a 37Ω .

La toma a terra del camp fotovoltaic i la de la casa hauran de ser independents. Les piques que s'instal·lin en la fotovoltaica aïllada, tal com hem dit anteriorment, han de ser dues, una a l'estructura suport dels panels amb cable de 35 mm^2 descobert i l'altre a la sortida de l'inversor. La part de contínua no s'ha d'instal·lar a la toma a terra.

S'instal·laran piquetes que es connectaran sense fusibles ni protecció alguna, d'una part del circuit o d'una part conductora no al mateix mitjançant una toma a terra amb un elèctrode o grup d'elèctrodes al terra.

Per a la toma a terra es poden utilitzar elèctrodes formats per:

- plaques enterrades
- piles verticals
- conductors enterrats horitzontalment.

El tipus i la profunditat d'enterrament de les tomes a terra ha de ser tal que la possible pèrdua d'humitat del terra, la presència de gel o altres efectes climàtics no augmentin la resistència de la toma a terra per sobre del valor previst. La profunditat mai serà superior a 0,5 metres.

La normativa de referència serà el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió IT-18.

1.8.3.7 Anàlisis de la fracció de cobertura

La fracció solar és la quantitat d'energia solar obtinguda a través de la tecnologia solar utilitzada, dividida pel total de l'energia requerida, que ens serveix per fer una aproximació del grau de cobertura de la instal·lació.

A continuació en la figura 46 es pot observar l'energia requerida i la subministrada per la instal·lació solar tèrmica.

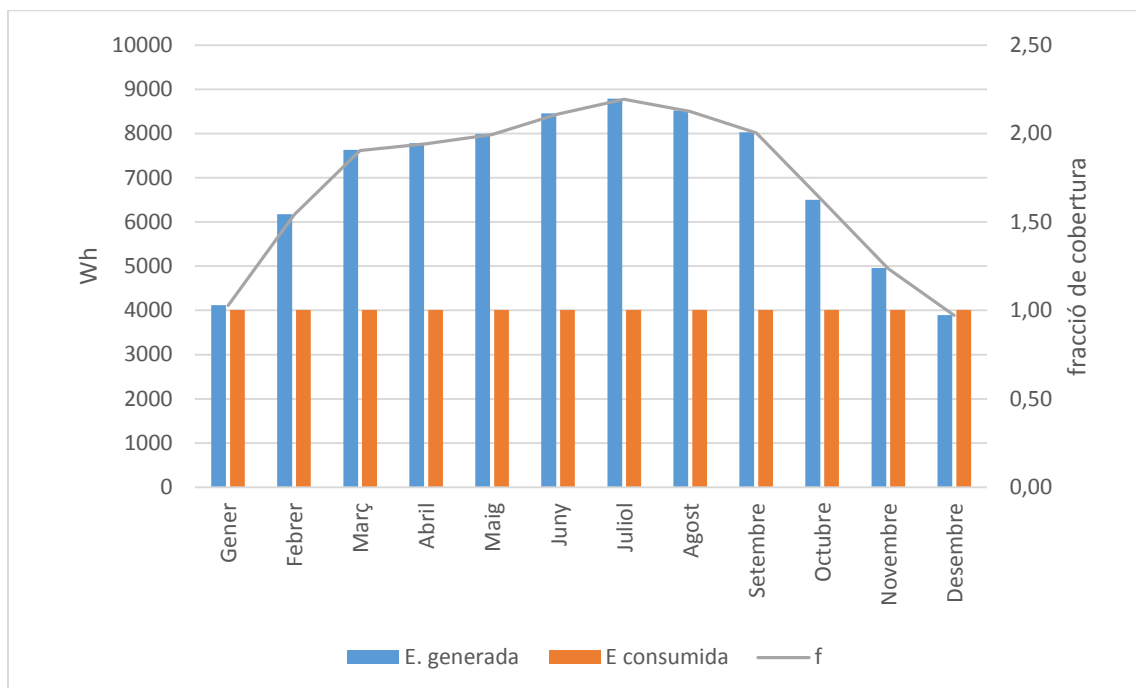


Figura 46 Gràfic de la energia produïda, energia consumida i la fracció de cobertura

Com es veu a la figura 46, es pot dir que arribem a un grau de cobertura del 100% al llarg del any, excepte el mes de desembre. Aquest grau de cobertura tan elevat es deu a què el mètode de dimensionament, com s'explica en el següent apartat, ha estat considerant el més desfavorable. Aquest grau de cobertura pot variar a causa de la variabilitat de les condicions climatològiques.

1.8.3.8 Mètode de dimensionat de la instal·lació

En la literatura tècnica es poden trobar diferents criteris de base per al dimensionat de una instal·lació FV autònoma amb acumulació. En el present projecte s'ha adoptat un mètode senzill, però no per això menys pràctic i rigorós, basat en el balanç energètic entre l'energia necessària i la generada per els panells FV. Es tracta de garantir, fins al límit d'allò raonable, el consum durant tot el període d'utilització de la instal·lació. Per això es tindrà en compte el mes més desfavorable, entenent com a tal aquell en què el quocient entre l'energia solar incident (sobre el pla dels panells) i l'energia consumida tingui el valor més baix.

En la realització d'aquest projecte d'una instal·lació fotovoltaica autònoma es divideix en tres parts:

1. Elecció del sistema

Una vegada conegudes les especificacions i les funcions que ha de complir el sistema, es poden determinar les característiques fonamentals del mateix:

- Tipus d'instal·lació: Sol FV o híbrida; directe o amb acumulació; corrent continua i/o corrent alterna.
- Tensió: Tensió nominal dels circuits de corrent continua i/o alterna.

2. Dimensionat bàsic

Consisteix en determinar tots els paràmetres fonamentals de tots i cada un dels subsistemes presents en la instal·lació, agafant com a dades els resultats de la fase anterior, les característiques de consum (energia demandada, autonomia, etc.) i els paràmetres de disseny (inclinació dels panells FV, energia solar disponible, etc.)

- Subsistema de generació: El paràmetre a determinar és la potència pic total del camp FV. El número de mòduls FV necessaris i la seva disposició sèrie-paral·lel es determinarà en funció d'aquesta potència, la potència pic, la tensió de cada mòdul i la tensió nominal del sistema.

- Subsistema d'acumulació: El paràmetre a determinar és la capacitat total del grup de bateries. El número d'elements necessaris i la seva disposició sèrie-paral·lel es determina en funció de dita capacitat, tensió de cada element i la tensió nominal del sistema.

- Subsistema de regulació: Els paràmetres a determinar són el corrent màxima d'entrada del regulador –procedent del camp FV– i el corrent màxim de sortida del regulador (si existeix) fins als receptors de contínua.

- Subsistema de condicionament de potència: El paràmetre a determinar és la potència nominal màxima de l'inversor.

3. Instal·lació elèctrica

En aquesta última fase del disseny i dimensionat sol anar acompanyada de la realització d'esquemes i plànols en què s'aborden els següents aspectes:

- Disseny i configuració: Com es connecten els diferents subsistemes i els seus components entre si i quins dispositius de desconexió o protecció s'utilitzen (automàtics, fusibles, díodes, etc.).

-Dimensionat: Secció del cablejat i dimensionat dels elements de protecció dels diferents circuits.

S'ha d'assenyalar la no existència en Espanya (a dia d'avui) de reglamentació elèctrica específica per a instal·lacions solars fotovoltaïques autònomes, de manera que gran part d'allò que es digui en aquest projecte respecte a la instal·lació elèctrica, s'ha d'entendre com a recomanable i fruit de l'experiència i bon fer dels professionals del sector, que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) contempla en situacions aplicables als sistemes FV com a correctes.

1.9 Resum del pressupost

En la *taula 13* és mostra el resum del pressupost d'execució material de les diferents instal·lacions. Aquests preus es poden veure desglossats en l'*apartat 9 Pressupost*.

INSTAL·LACIÓ	TOTAL (€) (IVA INCLÒS)
SOLAR TÈRMICA	2386,12
BOMBEIG SOLAR	1760,55
FOTOVOLTAICA	12501,99
TOTAL	16648,11

Taula 13 Resum pressupost execució material

1.10 Viabilitat econòmica i anàlisi ambiental

Encara que l'energia que s'obté de la radiació solar és gratis, no ho són els equips necessaris per convertir-la amb energia útil. Els equips que treballen amb processos solars es caracteritzen per un cost inicial alt i baix cost d'operació. Molts d'aquests processos energètics requereixen una font de suport –convencional- Així és que es pot analitzar la despesa econòmica estalviada en deixar d'utilitzar una font convencional enfront del cost inicial i de manteniment dels equips solars.

Molts cops ens fixem amb els costos econòmics de la instal·lació, però inclús encara és més important la reducció d'emissions a l'atmosfera, una variable que avui en dia no se li associa un cost monetari, però que en realitat és molt important.

A continuació es presenta un estudi de la viabilitat econòmica i anàlisi ambiental dels sistemes solar tèrmic i el sistema fotovoltaic. En l'anàlisi ambiental es calcula la quantitat de diòxid de carboni que es deixa d'emetre a l'atmosfera per utilitzar els captadors solars com a part del sistema d'escalfament sanitari. La instal·lació de bombeig solar no s'ha realitzat l'estudi per la petita dimensió d'aquesta.

1.10.1 Viabilitat econòmica

1.10.1.1 Solar tèrmica

Per realitzar el estudi de viabilitat de la instal·lació solar tèrmica, s'ha utilitzat l'equació (75) [Duffie, J.A. y Beckman, W.A., 1991] que ens permet calcular el període de retorn d'una inversió, depenen de:

- La **inversió inicial**, és la inversió realitzada en la instal·lació solar tèrmica, sense tenir en compte cost del acumulador (veure apartat 6 pressupost) :**1757€**
- **L'energia estalviada**, és el valor de l'energia necessària que haguéssim necessitat per fer funciona el sistema auxiliar, per cobrir les requisits establerts anualment. **5157,954 MJ/any**
- La **taxa d'interès**; és el percentatge $d=4\%$
- La **taxa d'inflació** $i=2\%$
- El **cost del combustible** del sistema auxiliar. Gas butà: $2,68 \cdot 10^{-5} \text{ €/kJ}$

*Per veure mes detalladament els càlculs (veure Annex IV)



Figura 47 Període d'amortització de la instal·lació solar tèrmica.

El cost inicial de la inversió es recuperarà gràcies a l'estalvi amb combustible que ens repercutirà el sistema Solar Tèrmic, aquest estalvi ens permeten tindre un retorn d'inversió inicial a 15 anys, 5 anys abans de la vida útil estipulada de la instal·lació. Aquest retorn és gràcies a poder aconseguir un preu del kJ generat per la instal·lació solar tèrmica inferior al cost de generar-ho amb el combustible del sistema auxiliar. (veure annex IV apartat 2.4 Càlcul de la viabilitat econòmica i anàlisis ambiental).

1.10.1.2 Solar fotovoltaica

El retorn de la inversió de la instal·lació fotovoltaica es calcula aplicant el mateix mètode que en la instal·lació solar tèrmica

- La **inversió inicial**, és la inversió realitzada en la instal·lació solar tèrmica (veure apartat 6 pressupost) :**12501 €**
- **L'energia estalviada**, és el valor de l'energia necessària que haguéssim necessitat per fer funciona el sistema auxiliar, per cobrir els requisits establerts anualment. **3928,73 kWh/any**
- La **taxa d'interès**; és el percentatge $d=4\%$
- La **taxa d'inflació** $i=2\%$
- El **cost del combustible** del sistema auxiliar. Gasoil: **0,1655 €/kWh**

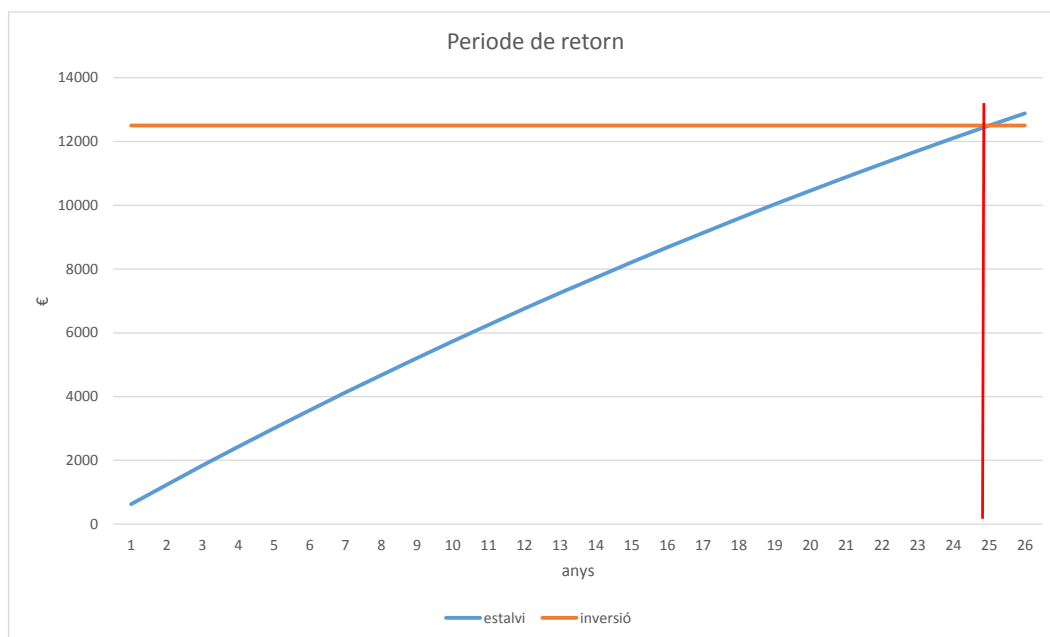


Figura 48 Període de retorn de la instal·lació solar fotovoltaica

El cost inicial de la inversió es recupera als 25 anys, justament quan es compleix la vida útil estipulada de la instal·lació, s'ha de dir que amb un bon manteniment i us de la instal·lació aquesta vida útil s'allargaria. En aquest estudi solament es té en compte el preu del gasoil necessari per satisfer els nostres requisits, però no es contempla alguns altres costos associats, com podria ser els desplaçaments alhora d'anar a buscar el combustible, possibles reparacions del equip auxiliar. *(veure annex IV apartat 2.4 Càlcul de la viabilitat econòmica i anàlisi ambiental)*

En aquest cas s'ha comparat el cost de fer la instal·lació fotovoltaica amb el de generar-ho amb un grup electrogen de gasoil, aquest últim ens dona una qualitat de servei més baixa, una comparació amb el preu de portar la línia elèctrica convencional fins a la casa, és podria equiparar amb les prestacions que ens dona la instal·lació fotovoltaica. En aquest cas el període de retorn es rebaixa inclús fins al punt de que el preu de portar la llum per la companyia elèctrica podria superar el cost inicial de la instal·lació, no s'ha realitzat aquesta comparació degut a no poder disposar de les dades del cost d'aquesta.

El cost inicial de la inversió es recupera al cap de 25 anys, justament quan es compleix la vida útil estipulada de la instal·lació, s'ha de dir que amb un bon manteniment i ús de la instal·lació aquesta vida útil s'allargaria. En aquest estudi solament se té en compte el preu del gasoil necessari per satisfer els nostres requisits, però no es contempla alguns altres costos associats, com podria ser els desplaçaments alhora d'anar a buscar el combustible, possibles reparacions de l'equip auxiliar. *(veure annex I apartat 2.4 Càlcul de la viabilitat econòmica i anàlisi ambiental)*

En aquest cas s'ha comparat el cost de fer la instal·lació fotovoltaica amb el de generar-ho amb un grup electrogen de gasoil, aquest últim ens dona una qualitat de servei més baixa, una comparació amb el preu de portar la línia elèctrica convencional fins a la casa, és podria equiparar amb les prestacions que ens dona la instal·lació fotovoltaica. En aquest cas el període de retorn es rebaixa inclús fins al punt de què el preu de portar la llum per la companyia elèctrica podria superar el cost inicial de la instal·lació, no s'ha realitzat aquesta comparació a causa de no poder disposar de les dades del cost d'aquesta.

1.10.2 Anàlisi ambiental

En aquest anàlisi es calcula la quantitat de diòxid de carboni que es deixa d'emetre a l'atmosfera, en el temps de vida útil del sistema. Aquesta quantitat de CO_2 es pot calcular a partir de l'equació (16).

$$CO_{2,estalvi} = Q_{consumida} \cdot f_{anual} \cdot N_p \cdot \left(\frac{m}{Q}\right)_{CO_2} \quad (16)$$

On:

$CO_{2,estalvi}$: és la quantitat de CO_2 que no s'emet a l'atmosfera (Kg)

$Q_{consumida}$: és l'energia consumida

f_{anual} : és la fracció anual d'aportació d'energia a través dels sistemes solars (tèrmic o fotovoltaic)

N_p : és la vida útil del sistema.

$\left(\frac{m}{Q}\right)_{CO_2}$: és la quantitat de CO_2 emitida per unitat d'energia convencional

La quantitat de diòxid de carboni que es deixa d'emetre a l'atmosfera per utilitzar captadors solars com a element per escalfar l'aigua calenta sanitària i panells fotovoltaics per subministrar l'habitatge de subministrament elèctric s'obté amb l'equació (16), considerant 15 anys com a temps de vida útil del sistema solar tèrmic i 20 del sistema fotovoltaic.

* PCI es la quantitat d'energia que la unitat de massa de matèria pot despendre al produir-se una reacció química de oxidació. Cada combustible té associat un consum en KWH dividit de la unitat de massa d'aquest.

Solar tèrmica

$Q_{consumida}$ (MJ/ANY)	$Q_{consumida}$ (KWH/ANY)	PCI KWH/KG	f_{anual}	N_p	$\left(\frac{m}{Q}\right)_{CO_2}$ butà
5340,46	1483,46	12,78	0,85	20	2,96 Kg CO_2 /kg butano

Taula 14 Definició de les dades necessàries càlcul CO_2

$$CO_{2,estalvi} = 7258,44 \text{ Kg } CO_2$$

Solar fotovoltaica

$Q_{consumida}$ (KWH/ANY)	PCI KWH/L	f_{anual}	N_p	$\left(\frac{m}{Q}\right)_{CO_2}$ gasoil
1462,92	9,98	1	25	2,79 Kg CO_2 /l gasoil

Taula 15 Definició de les dades necessàries càlcul CO_2

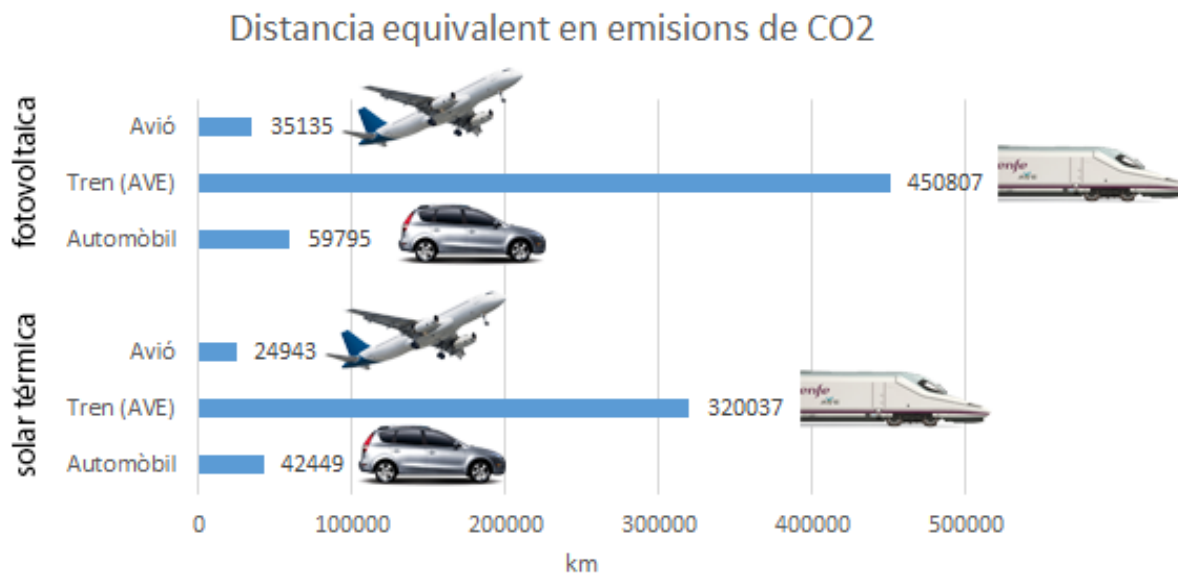
$$CO_{2,estalvi} = 10224,31 \text{ Kg } CO_2$$

Tal com es mostra a la *taula 14 i 15* es aconsegueix evitar l'emissió d'una quantitat significativa de tones de CO_2 , a l'atmosfera, la utilització d'un sistema solar tèrmic per escalfar l'aigua ens suposa un estalvi d'emissions de 408,89 $Kg CO_2$ anuals i l'ús del sistema fotovoltaic suposa evitar l'emissió de 362 $Kg CO_2$ anuals a l'atmosfera.

A continuació es fa una comparació, de les emissions que s'estalviarien al llarg de la vida útil de les instal·lacions, amb les emissions que provoquen els principals consums d'energia, per poder apreciar ordre de magnitud d'aquestes dades.

MEDI DE TRANSPORT	EMISSIONS
VEHICLE DE GASOIL	170,99 $g CO_2/Km$
VEHICLE DE GASOLINA	170,99 $g CO_2/Km$
TREN (AVE)	22,68 $g CO_2/Km \cdot passatger$
AVIO	291 $g CO_2/Km \cdot passatger$

Taula 16 Emissions de CO_2 segons el medi de transport



1.11 Conclusions

En la present memòria, annexes, plànols i estudi econòmic s'ha descrit les instal·lacions d'Energia Solar Tèrmica i Fotovoltaica d'una casa aïllada, per poder dotar-la d'aigua calenta sanitària, energia elèctrica i subministrament d'aigua. Les solucions que s'han adoptat, tot i que s'ha realitzat un estudi econòmic, es valora principalment que existeix la possibilitat de disposar dels subministraments principals que ha de disposar la casa sense haver de dependre de la utilització de combustibles fòssils.

A continuació seguint la dinàmica del projecte es presenten les conclusions detallades per a cada instal·lació.

Instal·lació Solar tèrmica

S'ha pogut demostrar que la utilització de l'energia solar tèrmica pot arribar a cobrir gran part de les necessitats d'ACS d'un habitatge.

Tot i ser una instal·lació petita, l'estalvi que ens suposa, repercuteix amb un retorn de la inversió al cap dels 15 anys.

La instal·lació d'aquest sistema suposa la reducció de 7258 kg d'emissions de CO_2 , el que equival a les emissions que suposaria donar la volta al món amb un automòbil.

Instal·lació de bombeig fotovoltaic

La solució adoptada, la instal·lació d'una bomba alimentada per un panell fotovoltaic, encara que és la instal·lació més senzilla, suposa una millora fonamental pel que fa l'habitabilitat. T'assegura un subministrament d'aigua durant tot l'any amb una mínima dedicació i manteniment.

L'aspecte econòmic no s'ha realitzat per la petita dimensió de la instal·lació i perquè es prima poder disposar d'aigua sense haver de dedicar-li temps a aquesta funció.

Instal·lació Solar fotovoltaica

S'ha pogut demostrar, que es pot disposar d'energia elèctrica amb les mateixes característiques que qualsevol habitatge, encara que aquest estigui en una zona aïllada.

La comparació del preu de generar aquesta energia amb FV o generar-la amb un generador dièsel, per un habitatge ens suposa un retorn de la inversió al cap de 25 anys, però es creu que aquesta comparació solament té sentit, solament si es considera el subministrament elèctric, perquè no es té amb compte la qualitat del servei, generar l'energia amb FV ens suposa una mínima dedicació a la instal·lació, al contrari d'una instal·lació amb generador-dièsel que ens suposa estar pendents del subministrament de combustible al generador i les molèsties sonores que suposa tenir aquest tipus de generació elèctrica.

La instal·lació d'aquest sistema suposa la reducció en comparació de la utilització d'un generador dièsel de 10224 kg d'emissions de CO_2 al llarg de la seva vida útil, el que equival a les emissions que suposaria donar la volta al món amb un avió.

Si l'anàlisi econòmic es compara amb el cost de fer arribar el cablejat elèctric de la companyia fins la casa, això ens donaria un servei més equiparable al que ens dona una FV, la inversió inicial de la instal·lació FV pot estar per sota del preu que ens cobra la companyia per fer arribar la llum a l'habitatge.

Com s'ha dit anteriorment la principal conclusió que s'extrau d'aquest projecte, és la possibilitat que tenim de generar-nos nosaltres mateixos l'energia que necessitem, contribuint d'aquesta manera a reduir les emissions de gasos contaminants a l'atmosfera, principals causants del canvi climàtic. Ademés de no dependre del subministrament d'energia a través d'unes empreses que dominen el mercat energètic, en el que primen els seus interessos per sobre del bé comú.

L'aspecte econòmic alhora d'avaluar aquests projectes domèstics es prioritza bastant, però crec que no s'ha de veure com una inversió sinó com a solució a una necessitat.

Quan amortitzem un televisor, una nevera, un cotxe?

1.12 Futures Millores

En aquest apartat es vol comentar possibles millores que es podrien fer un futur.

Instal·lació solar tèrmica

Aprofitar els excedents d'energia que tenim en els mesos d'estiu, en compte de fer servir un dissipador, es podria plantejar l'opció de la climatització d'una futura piscina, d'aquesta manera es podrà pre-escalfar l'aigua.

La utilització d'un sistema auxiliar que funcioni amb energia renovable.

Instal·lació de bombeig fotovoltaic

Es plantejarà l'opció de poder connectar la instal·lació de bombeig a la instal·lació fotovoltaica de la casa, degut que la instal·lació fotovoltaica té excedents d'energia a l'estiu, aquests es podrien aprofitar. S'haurà de valorar si el cost del cablejat elèctric compensa aquesta modificació.

Instal·lació Solar fotovoltaica

Analitzant la corba de consums de l'habitatge, si aquests se centressin en els moments de màxima insolació, es plantejaria l'opció d'instal·lar un inversor de xarxa, d'aquesta forma es podrà autoconsumir instantàniament l'energia produïda sense necessitat de passar per les bateries, augmentant la vida útil d'aquestes, serà necessari realitzar un estudi dels nostres hàbits de consum i valorar si la inversió és necessària.

Un altre aspecte a millorar, seria l'aprofitament dels excedents d'energia que tenim a l'estiu, hi hauria la possibilitat a demès de l'anteriorment nomenat, de utilitzar-lo en el sistema de bombeig, es podria aprofitar per fer funcionar algun sistema de climatització.

1.12 Agraïments

Voldria dedicar aquest espai per agrair la seva col·laboració i ajuda a totes les persones que amb la seva amistat i el seu suport, han fet possible que aquest projecte.

En especial:

A l'Erika, la meva parella, per haver hagut de suportar els dies bons i no tan bons alhora de l'elaboració d'aquest projecte i donar-me suport en tot moment.

A la meva família, per haver confiat en mi durant aquest projecte i al llarg de la carrera universitària.

Als components del departament de Medi Ambient i Sol de la Universitat de Lleida, per haver-me assessorat al llarg de l'elaboració del projecte i brindar-me la possibilitat de disposar de les aules i els medis necessaris.

Al Dani, director del projecte, que m'ha ajudat alhora de l'elaboració del projecte.

A l'Ivan, company i amic de la universitat que m'ha assessorat a l'hora de la maquetació i impressió del projecte.

Al David, amic de tota la vida, per donar-me un cop de mà alhora de realitzar els plànols.

2. ANNEXES

ÍNDIX DE L'ANNEX

2. Annexes.....	115
2.1 Annex 1: Càlcul instal·lació ACS	115
2.1.1 Radiació solar mitja.....	115
2.1.2 Pèrdues degudes a la orientació i la inclinació.....	119
2.1.3 Càlcul del rendiment del col·lector solar.....	119
2.1.4 Càlcul cobertura del sistema Solar.....	125
2.1.5 Dimensionat Acumulador de ACS.....	133
2.1.6 Elecció Fluid caloportador.....	133
2.1.7 Dimensionat de les canonades	134
2.1.8 Càlcul de la bomba del circuit primari.....	135
2.1.9 Càlcul del volum del fluid caloportador	138
2.1.10 Elecció del aïllament de la canonada.....	139
2.1.11 Càlcul del dissipador	139
2.1.12 Càlcul del vas d'expansió.....	141
2.1.13 Càlcul del sistema de recolzament.....	142
2.2 Annex 2: Càlcul de la instal·lació subministrament aigua	143
2.2.1 Tanc d'emmagatzematge.....	143
2.2.2 Conduccions	143
2.2.3 Bomba d'impulsió.....	144
2.2.4 Dimensionat de la instal·lació fotovoltaica del sistema de bombeig.....	148
2.2.4.1 Ubicació dels panells solars	148
2.2.4.2 Radiació solar mitja	148
2.2.4.3 Dimensionat del generador.....	150
2.2.5 Sistema lògic de funcionament.....	151
2.3 Annex 3: Càlcul instal·lació fotovoltaica.....	153
2.3.2 Radiació solar mitja.....	153
2.3.4 Elecció del sistema	156
2.3.5 Estudi mòduls fotovoltaics.....	156
2.3.5 Dimensionat del elements instal·lació	157
2.3.5.1 Dimensionat bàsic.....	157
2.3.5.2 Dimensionat del subsistema de generació	159
2.3.5.3 Dimensionat del sistema de acumulació.....	161
2.3.5.4 Dimensionat subsistema de regulació	164
2.3.5.5 Dimensionat del subsistema de a condicionament de potencia	164

2.3.6 Instal·lació elèctrica	165
2.3.6.1 Dimensionat del cablejat elèctric	165
2.3.6.1 Càlcul de les proteccions	168
2.3.7 Càlcul de la cobertura de la instal·lació fotovoltaica	170
2.4 Annex 4 : Càlcul de la Viabilitat econòmica i anàlisi ambiental	173
2.4.1 Càlcul de la viabilitat econòmica	173
2.4.1.1 Solar tèrmica	173
2.4.1.2 Solar fotovoltaica	175
2.5 Annex 5: Documentació tècnica	179
2.5.1 Instal·lació solar tèrmica	179
2.5.1.1 Captador solar	179
2.5.1.2 Acumulador Solar	181
2.5.1.3 Grupo de bombeig	183
2.5.1.4 Vas d'expansió	184
2.5.1.5 Dissipador de calor	185
2.5.1.6 Sistema de control	186
2.5.1.7 Canonades	188
2.5.1.8 Aïllament tèrmic	190
2.5.1.9 Fluid caloportador	191
2.5.2 Instal·lació bombeig solar	197
2.5.2.1 Bomba	197
2.5.2.2 Panell fotovoltaic	199
2.5.2.3 Dipòsit d'acumulació	201
2.5.2.4 Canonades	203
2.5.3 Instal·lació fotovoltaica	205
2.5.3.1 Panell fotovoltaic	205
2.5.3.2 Bateria	207
2.5.3.3 Regulador de carga	209
2.5.3.4 Inversor	211
2.5.3.4 Sistema de control	214

2. Annexes

2.1 Annex 1: Càlcul instal·lació ACS

2.1.1 Radiació solar mitja

Per al càlcul de la radiació incident al nostre panell solar tèrmic hem de tenir unes variables en compte que definirem a continuació:

Φ , latitud geogràfica ($^{\circ}$). És la distància angular entre la línia de l'equador, i un punt determinat de la Terra. En el cas de latitud nord es positiva. En el cas de la nostra casa esta situada $41,80^{\circ}$ Nord.



Figura 49 Coordenades de la zona d'estudi

α , azimuth ($^{\circ}$). Definit com l'angle entre la projecció, sobre el planell horitzontal de la normal a la superfície del mòdul i el meridià del lloc. Valors típics son 0° per a mòduls orientats al sud, -90° per a mòduls orientats al est i $+90^{\circ}$ per a mòduls orientats al oest. L'azimut de la teulada escollida és de $-38,41^{\circ}$.

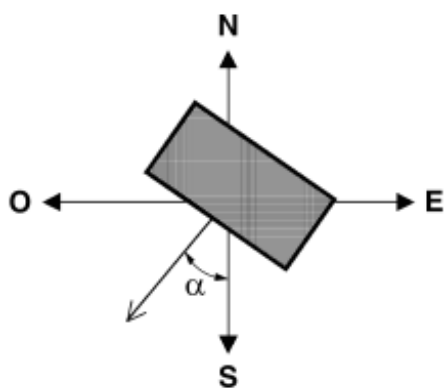


Figura 50 Definició del azimuth



Figura 51 Definició de l'azimut zona estudiada

β , Angle de inclinació, definit com l'angle que forma la superfície dels captadors, amb el pla horitzontal. Com el captador se situa superposat a la teulada de la casa, la inclinació d'aquest vindrà definit per aquesta. $\beta=25^\circ$.

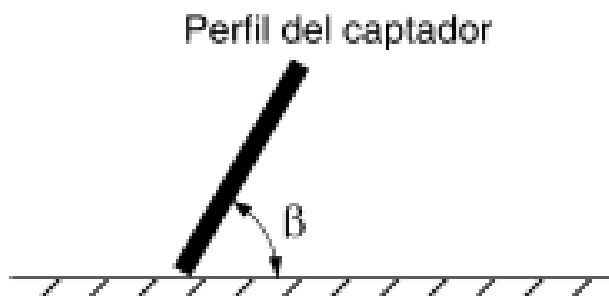


Figura 52 Inclinació del captador

H_{horit} , radiació solar incident sobre una superfície horitzontal (MJ/m^2). És la quantitat d'energia radiant diària que incideix sobre un metre quadrat de superfície horitzontal, en un dia mig de cada mes, els seus valors provenen de dades experimentals.

MES	d_{mes}	H_{horit} $\left(\frac{\text{Kwh}}{\text{m}^2 \cdot dia}\right)$	H_{horit} $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{m}^2 \cdot dia}\right)$	H_{horit} $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}\right)$
GENER	31	1,78	6,40	198,25
FEBRER	28	2,94	10,59	296,52
MARÇ	31	4,40	15,85	491,36
ABRIL	30	5,44	19,60	587,94
MAIG	30	6,40	23,04	714,13
JUNY	30	7,22	25,99	779,80
JULIOL	31	7,31	26,30	815,38
AGOST	31	6,29	22,66	702,40
SETEMBRE	30	4,96	17,84	535,34
OCTUBRE	31	3,34	12,03	373,05
NOVEMBRE	30	2,14	7,70	231,05
DESEMBRE	31	1,63	5,88	182,26
TOTAL $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}\right)$				5907,49

Taula 17 Radiació solar diària i mensual sobre una superfície horitzontal (Font: PVGIS)

K, (adimensional). És un valor de correcció per a superfície inclinades. Depèn de la latitud (Φ) i de la inclinació (β), els seus valors provenen de dades experimentals, expressats en la taula 15.

Latitud = 41°

Inc	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.07	1.06	1.05	1.03	1.02	1.02	1.02	1.03	1.05	1.08	1.09	1.09
10	1.14	1.12	1.09	1.06	1.03	1.02	1.03	1.06	1.1	1.15	1.18	1.17
15	1.21	1.17	1.12	1.07	1.04	1.03	1.04	1.08	1.14	1.21	1.26	1.24
20	1.26	1.21	1.15	1.08	1.04	1.02	1.04	1.09	1.17	1.27	1.33	1.31
25	1.31	1.24	1.17	1.09	1.03	1.01	1.03	1.1	1.2	1.32	1.39	1.37
30	1.35	1.27	1.18	1.08	1.01	.99	1.02	1.09	1.21	1.35	1.44	1.42
35	1.38	1.29	1.18	1.07	.99	.96	.99	1.08	1.22	1.38	1.49	1.47
40	1.4	1.3	1.18	1.05	.96	.93	.96	1.06	1.22	1.4	1.52	1.5
45	1.42	1.3	1.16	1.03	.93	.89	.93	1.04	1.21	1.41	1.55	1.52
50	1.42	1.3	1.14	.99	.88	.84	.88	1.01	1.19	1.41	1.56	1.54
55	1.42	1.28	1.12	.95	.83	.79	.84	.97	1.17	1.41	1.57	1.54
60	1.41	1.26	1.08	.91	.78	.73	.78	.92	1.14	1.39	1.56	1.54
65	1.39	1.23	1.04	.85	.72	.67	.72	.87	1.09	1.36	1.54	1.53
70	1.36	1.19	.99	.8	.66	.61	.66	.81	1.04	1.32	1.52	1.5
75	1.32	1.15	.94	.73	.59	.54	.59	.74	.99	1.28	1.48	1.47
80	1.28	1.1	.88	.67	.52	.46	.52	.67	.93	1.23	1.44	1.43
85	1.23	1.04	.82	.6	.44	.39	.44	.6	.86	1.16	1.38	1.38
90	1.17	.98	.74	.52	.36	.31	.36	.52	.78	1.09	1.32	1.32

Taula 18 Factor de correcció (Font: Plec de condicions d'instal·lacions de baixa temperatura)

H_{incl} , radiació solar incident sobre una superfície inclinada (MJ/m^2). És la quantitat d'energia que incideix sobre un metre quadrat de superfície inclinada (β) en un dia mig de cada mes. Es calcula mitjançant l'equació (17):

$$H_{inc} = K \cdot H_{horit} \quad (17)$$

MES	H_{inc} $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{m}^2 \cdot \text{dia}}\right)$	H_{inc} $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{dia}}\right)$
GENER	8,38	259,71
FEBRER	13,13	367,68
MARÇ	18,54	574,89
ABRIL	21,36	640,86
MAIG	23,73	735,55
JUNY	26,25	787,60
JULIOL	27,09	839,85
AGOST	24,92	772,64
SETEMBRE	21,41	642,41
OCTUBRE	15,88	492,43
NOVEMBRE	10,71	321,16
DESEMBRE	8,05	249,70

Taula 19 Radiació solar diària i mensual sobre una superfície inclinada 25° (Font: PVgis)

N_{hs} , és el nombre d'hores sol diàries aprofitables pels col·lectors solars. La taula xx no correspon exactament a les hores de sol. En aquesta taula s'ha descomptat els primers i últims moments del dia en què el sol no és aprofitable per als panells.

MES	N_{hs}
GENER	116
FEBRER	167
MARÇ	226
ABRIL	248
MAIG	279
JUNY	313
JULIOL	348
AGOST	313
SETEMBRE	250
OCTUBRE	200
NOVEMBRE	137
DESEMBRE	96

Taula 20 Nombre d'hores de sol mensual (Font: Censolar)

I , irradiància solar mitjana (W/m^2). És la energia que incideix per unitat de temps y de superfície.

$$I = \frac{H_{incl} \cdot d_{mes}}{N_{hs} \text{ mes}} \quad (18)$$

MES	d_{mes}	$H_{inc} \left(\frac{MJ}{m^2 \cdot dia} \right)$	$I \left(\frac{W}{m^2} \right)$
GENER	31	8,38	621,90
FEBRER	28	13,13	611,57
MARÇ	31	18,54	706,60
ABRIL	30	21,36	717,80
MAIG	31	23,73	732,32
JUNY	30	26,25	698,96
JULIOL	31	27,09	670,37
AGOST	31	24,92	685,66
SETEMBRE	30	21,41	713,78
OCTUBRE	31	15,88	683,92
NOVEMBRE	30	10,71	651,17
DESEMBRE	31	8,05	722,51

Taula 21 Irradiància solar mitjana (W/m^2).

2.1.2 Pèrdues degudes a la orientació i la inclinació.

Les pèrdues per orientació i inclinació es faran segons la *figura 53* del mateix document DBHE4.

Per un azimuth $\alpha = -38.41$, amb una orientació sud-est, i per una inclinació $\beta = 27^\circ$, el punt d'unió es troba en la regió on el percentatge d'energia respecte al màxim és entre el 95 i 100%.

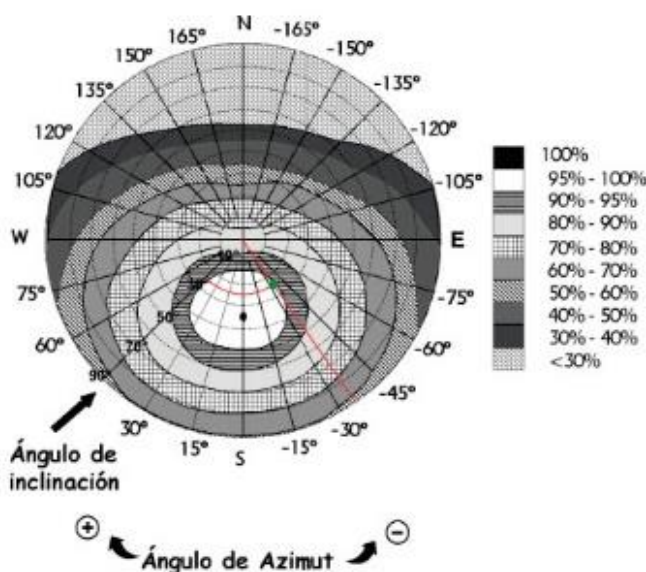


Figura 53 Gràfic càlcul pèrdues per orientació e inclinació

Com a aproximació més exacta per els valors obtinguts anteriorment, utilitzem l'equació (19).

$$Pèrdues (\%) = 100 \cdot \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 \right] \quad (19)$$

Per $\beta = 25^\circ$ i per $\beta_{opt} = 41.80^\circ$, ens dona unes pèrdues de 3,38%

Les pèrdues màximes no superen els límits que segons del DBHE4 no seria recomanable superar, que ho fixen en un 20%.

2.1.3 Càlcul del rendiment del col·lector solar

Per a determinar el rendiment d'un captador solar es realitzen uns assajos sota unes condicions controlades de radiació solar, temperatura, etc.

Els resultats d'aquets assajos determinen el comportament del captador solar. Aquest comportament mesura la relació entre l'energia útil i la rebuda en el captador buscant un indicador del seu rendiment.

L'expressió que determina el rendiment d'un captador solar és la següent:

$$\eta = \frac{\text{Energia captada}}{\text{Energia rebuda}} = \frac{Q}{S_c \cdot I_T} \quad (20)$$

Substituint en aquesta expressió el valor de Q que inclou el valor del factor eficàcia (Fr):

$$Fr = \frac{S_c \cdot [I_T \cdot (\tau \cdot \alpha)_n \cdot I_T - U_L \cdot (T_m - T_a)]}{S_c \cdot [I_T \cdot (\tau \cdot \alpha)_n \cdot I_T - U_L \cdot (T_e - T_a)]} \quad (21)$$

$$\eta = \frac{S_c \cdot [I_T \cdot (\tau \cdot \alpha)_n \cdot I_T - U_L \cdot (T_e - T_a)]}{S_c \cdot I_T} \quad (22)$$

A on:

Q : és l'energia útil del captador (W)

S_c : és la superfície de captació (m^2)

$F_r \cdot (\tau \cdot \alpha)_n$: terme que s'identifica amb l'ordenada en l'origen d'una recta (adimensional).

$F_r \cdot U_L$: terme que s'identifica amb la pendent de una recta ($W/m^2 \cdot K$)

I_T : radiació incident total sobre el captador, per unitat de superfície (W/m^2)

T_m :temperatura mitjana de la placa absorbent.

T_e :temperatura del fluid caloportador a la entrada del captador.

T_a :temperatura ambient.

Si es considera un caudal constant i suposant també constants $(\tau \cdot \alpha)_n$ i U_L , aquesta corba s'assimila a l'equació de una recta: $y=b-mx$, pel que l'equació de rendiment de un captador solar serà:

$$\eta = F_R \cdot (\tau \cdot \alpha)_n - \frac{F_r \cdot U_L \cdot (T_e - T_a)}{I_T} \quad (23)$$

On:

$F_r \cdot (\tau \cdot \alpha)_n$: coeficient òptic.

$F_r \cdot U_L$: coeficient de pèrdues.

L'anàlisi d'aquesta corba indica que el comportament dels captadors solars serà millor:

- Quant millor sigui el seu coeficient òptic (ordenada en l'origen)
- Quant menor sigui el seu coeficient de perdudes (pendent)

Segons la UNE EN 12975-2;2001 , per al càlcul del rendiment instantani del col·lector utilitzarem l'equació (24), que adopta la forma esmentada anteriorment.

$$\eta = \eta_0 - a_0 \cdot T_m^* - a_1 \cdot I \cdot (T_m)^2 \quad (24)$$

On:

a_1 : és el coeficient global de pèrdues del captador, és a dir, el pendent de la corba característica del col·lector, $W/m^2 \cdot ^\circ C$.

a_2 : és un altre coeficient de pèrdues proporcionat pel fabricant, $W/m^2 \cdot ^\circ C$.

I : és la irradiància solar, calculada en el apartat 2.2.2 i expressada en la taula 21.

T_m^* : és la diferència reduïda de temperatura, $m^2 \cdot ^\circ C/W$. Es calcula segons l'expressió:

$$T_m^* = \frac{t_m - T_{amb}}{I} \quad (25)$$

On:

T_{amb} : és la temperatura mitja del ambient, $^\circ C$

t_m , temperatura mitja del fluid de transferència de calor en $^\circ C$, donada per la següent expressió:

$$t_m = t_{in} + \frac{t_e - T_{in}}{2} \quad (26)$$

On :

t_e : temperatura de sortida del col·lector , Agafarem $t_e = T_{ACS} = 60^\circ C$

t_{in} , és la temperatura d'entrada al col·lector. Agafarem com a t_{in} la temperatura de l'aigua de la xarxa, o sigui, $t_{in} = T_{xarxa}$, en $^\circ C$

Estudi col·lectors solars

S'analitzarà el rendiment de tres panells solars. S'escollirà el panell solar que relació preu/potència subministrada sigui més baixa. Per determinar aquesta relació utilitzarem l'equació (27).

$$R = \frac{Cost}{P_s} = \frac{Cost}{\eta \cdot I \cdot S_T} \quad (27)$$

A continuació es mostren les característiques dels panells estudiats i els resultats obtinguts d'aplicar l'equació (24) i l'equació (27).

	SACLIMA E21	CHROMAGEN L QR-D	SAUNIER DUVAL SRV 2.3
FACTOR D'EFICIÈNCIA	0.785	0.696	0.798
COEF. GLOBAL DE PÈRDUES ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)	3.734	4,821	2,781
CORBA RENDIMENT	$0,785 - 3.734 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_t}$	$0,696 - 4,821 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_t}$	$0,798 - 2,78 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_t}$
ÀREA DE CAPTACIÓ	$2,07 m^2$	$2,07 m^2$	$2,45 m^2$
PREU	300 €	290 €	580 €

Taula 22 Característiques principals dels col·lectors

	SACLIMA E21		CHROMAGEN QR-D		SAUNIER DUVAL SRV	
	η (%)	R(€/W)	η (%)	R(€/W)	η (%)	R(€/W)
GENER	63%	0,35	50%	0,43	68%	0,54
FEBRER	63%	0,40	50%	0,48	68%	0,61
MARÇ	68%	0,26	57%	0,30	72%	0,41
ABRIL	67%	0,31	55%	0,36	71%	0,48
MAIG	69%	0,31	58%	0,35	73%	0,49
JUNY	70%	0,34	59%	0,38	74%	0,53
JULIOL	72%	0,33	61%	0,37	75%	0,52
AGOST	72%	0,31	62%	0,34	75%	0,49
SETEMBRE	71%	0,30	60%	0,34	74%	0,48
OCTUBRE	68%	0,30	57%	0,35	72%	0,48
NOVEMBRE	64%	0,37	51%	0,44	68%	0,57
DESEMBRE	63%	0,39	49%	0,47	67%	0,60

Taula 23 Rendiment (%) i rati (€/W) dels diferents col·lectors

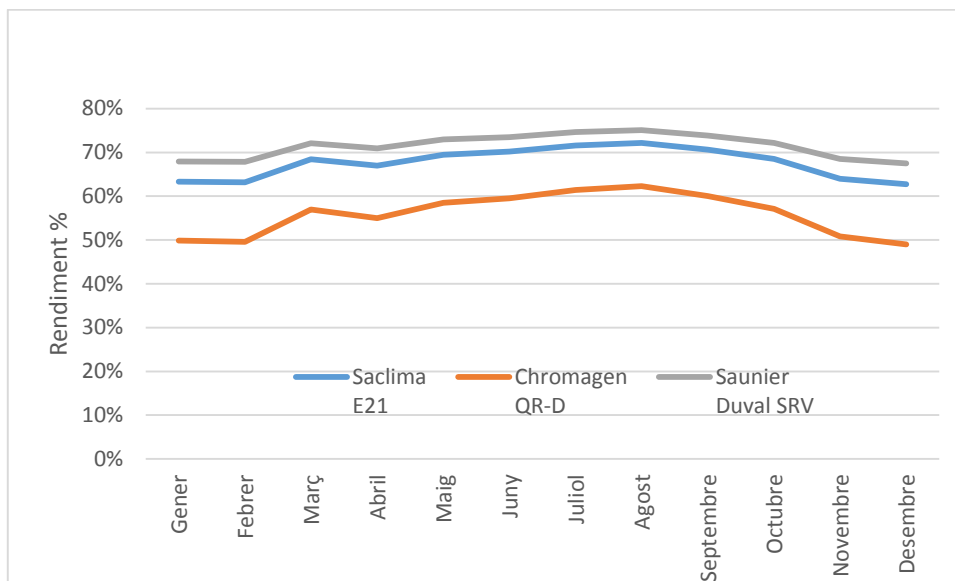


Figura 54 Gràfica comparativa dels rendiments

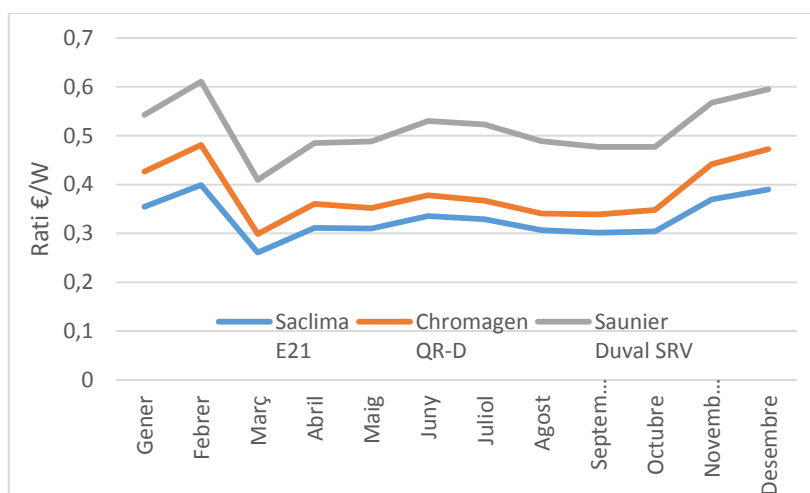


Figura 55 Gràfica comparativa dels ratís (€/W)

Selecció del col·lector

El col·lector escollit és el SACLIMA E21, encara que no sigui el que ens dona el major rendiment ja que el del SAUNIER DUVAL és millor, però la relació preu rendiment és inferior. El col·lector solar CHROMAGEN ha quedat descartat pel seu baix rendiment.

Es pot observar que el rendiment del captador, el rendiment d'aprofitament de l'energia solar és superior al 40%, valor que segons que fixa el DBHE4 com a valor mínim.

Estudi col·lector placa plana i tub de buit

A continuació es mostra una comparació entre el rendiment calculat anteriorment del panell solar de placa plana SACLIMA E21, amb el col·lector de tub de buit Am_Tubosol 3000-15R del que mostrem les característiques a continuació.

AM_TUBOSOL 3000-15R	
FACTOR D'EFICIÈNCIA	0,850
COEF. GLOBAL DE PÈRDUES ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)	1.781
CORBA RENDIMENT	$0,850 - 1,781 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_t}$
ÀREA D'ABSORCIÓ	1,2 m ²
PREU	461 €

Taula 24 Característiques del col·lector Am_Tubosol 3000-15R

	SACLIMA E21		AM_TUBOSOL 3000-15R	
	η (%)	R(€/W)	η (%)	R(€/W)
GENER	63%	0,35	64%	0.85
FEBRER	63%	0,40	63%	0.98
MARÇ	68%	0,26	69%	0.65
ABRIL	67%	0,31	68%	0.77
MAIG	69%	0,31	70%	0.80
JUNY	70%	0,34	71%	0.89
JULIOL	72%	0,33	73%	0.88
AGOST	72%	0,31	73%	0.83
SETEMBRE	71%	0,30	72%	0.79
OCTUBRE	68%	0,30	69%	0.77
NOVEMBRE	64%	0,37	64%	0.90
DESEMBRE	63%	0,39	63%	0.95

Taula 25 Rendiment (%) i rati (€/W) dels diferents col·lectors

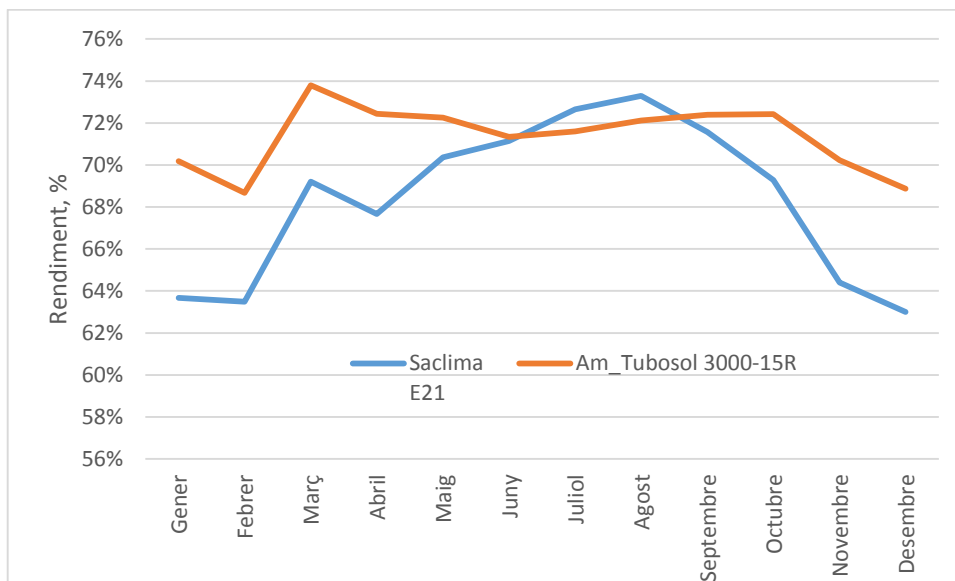


Figura 56 Gràfica comparativa dels rendiments

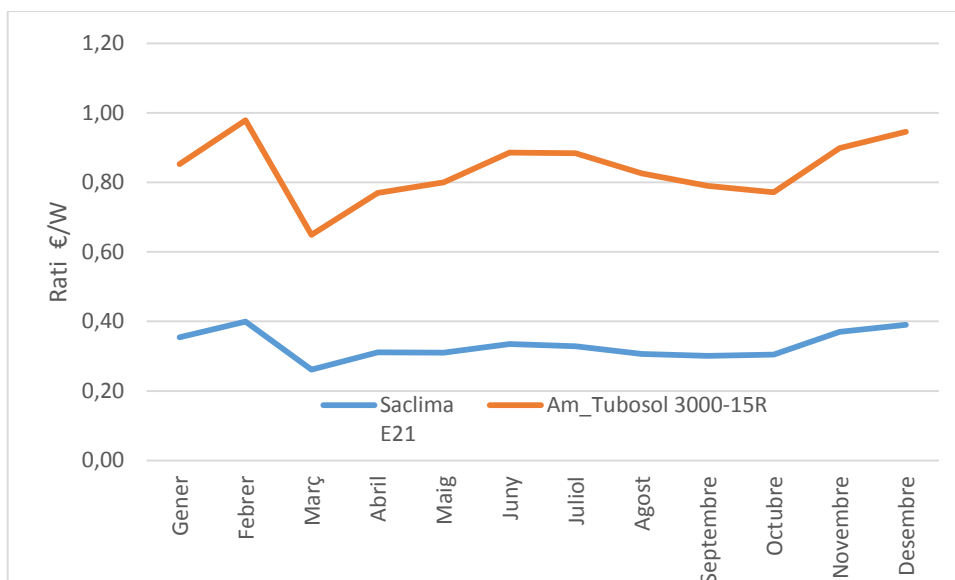


Figura 57 Gràfica comparativa dels ratís (€/W)

Com es pot observar el rendiment dels col·lectors de tubs de buit és molt millor en general, particularment en els mesos hivernals, pel que fa el rati €/W la diferencia entre aquests és bastant gran, principal motiu per escollir els col·lectors de placa plana.

2.1.4 Càlcul cobertura del sistema Solar

Per calcular la cobertura solar s'utilitzarà el mètode de les corbes f (F-Chart) que permet realitzar el càlcul de la cobertura de un sistema solar, és a dir de la contribució a

l'aportació de calor total necessari per a cobrir les càrregues tèrmiques i el seu rendiment mig en un llarg període de temps.

Troblem diferents mètodes de càlcul, en el nostre cas hem escollit un mètode simplificat que no requereix de gran nivell de detall, però és suficientment avalat i té una reconeguda solvència alhora de fer aquest càlcul. També és el suficientment exacte per a llargues estimacions.

Per al desenvolupament s'utilitzen dades mensuals mitjanes meteorològiques i és perfectament vàlid per determinar el rendiment o factor de cobertura solar.

La seva aplicació sistemàtica consisteix en identificar les variables adimensionals del sistema d'escalfament solar (D_1 i D_2) per dimensionar les correlacions entre aquestes variables i el rendiment del sistema. A través d'aquestes variables es troba la fracció d'energia solar tèrmica aportada pel sistema, f , i que ens indica el percentatge d'energia tèrmica mensual que podrem cobrir amb la instal·lació.

La *equació (28)* és la utilitzada en aquest mètode:

$$f = 1,029 \cdot D_1 - 0,065 \cdot D_2 - 0,245 \cdot D_1^2 + 0,0018 \cdot D_2^2 + 0,0215 \cdot D_1^3 \quad (28)$$

Els passos a seguir per la realització d'aquest mètode són:

- I. Valoració de les càrregues calorífiques per l'escalfament de l'aigua destinada a ACS
- II. Valoració de la radiació solar incident en la superfície inclinada del captador o captadors.
- III. Càlcul del paràmetre D_1 .
- IV. Càlcul del paràmetre D_2 .
- V. Determinació de la gràfica f .
- VI. Valoració de la cobertura solar mensual
- VII. Valoració de la cobertura solar anual i la formació de taules.

El primer pas és calcular les càrregues calorífiques que són la quantitat de calor necessària mensual per escalfar l'aigua destinada al consum domèstic. Aquest valor ja ha estat calculat en l'apartat 1.7.3.2.

MES	d_{mes}	$DE_{ACS}(MJ/mes)$
GENER	31	491,75
FEBRER	28	436,09
MARÇ	31	464,93
ABRIL	30	432,63
MAIG	31	438,10
JUNY	30	415,34
JULIOL	31	420,22
AGOST	31	429,16
SETEMBRE	30	423,97
OCTUBRE	31	447,05
NOVEMBRE	30	449,93
DESEMBRE	31	491,75
TOTAL (MJ/ANY)		5340,96

Taula 26 Demanda d'aigua calenta sanitària ACS

També es necessita conèixer l'energia incident sobre una superfície inclinada del captador. Aquests valors han estat calculats anteriorment en l'apartat 2.1.1

MES	H_{inc} $\left(\frac{MJ}{m^2 \cdot dia}\right)$
GENER	8,38
FEBRER	13,13
MARÇ	18,54
ABRIL	21,36
MAIG	23,73
JUNY	26,25
JULIOL	27,09
AGOST	24,92
SETEMBRE	21,41
OCTUBRE	15,88
NOVEMBRE	10,71
DESEMBRE	8,05

Taula 27 Energia incident sobre un pla inclinat 25° (Font: PVgis)

El paràmetre D_1 expressa la relació entre l'energia absorbida per la placa del captador i la càrrega calorífica total d'escalfament durant un mes:

$$D_1 = \text{Energia absorvida per el captador} / \text{Carga calorífica mensual} \quad (29)$$

L'energia absorbida pel captador ve donada per la següent expressió:

$$E_{\text{absorvida}} = S_c F_r(\tau\alpha) R_1 N \quad (30)$$

On:

S_c : Superfície del captador (m^2)

R_1 : Radiació diària mensual incident sobre la superfície de captació per unitat d'àrea (kJ/m^2)

N : Número de dies del mes

$F_r(\tau\alpha)$: Factor adimensional, que ve donat per la següent expressió.

$$F_r(\tau\alpha) = F_T(\tau\alpha)_n [(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n] (F'_r/F_T) \quad (31)$$

On:

$F_T(\tau\alpha)_n$ = Factor d'eficiència òptica del captador, és a dir, ordenada en l'origen de la corba característica del captador.

$[(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n]$ = Modificador de l'angle d'incidència. En general es pot agafar com a constant: 0,96 (superfície transparent senzilla) o 0,94 (superfície transparent doble)

F'_r/F_T = Factor de correcció del conjunt captador-intercanviador. Es recomana agafar el valor de 0,95.

Un cop calculat el paràmetre D_1 es calcula D_2 que expressa la relació entre les pèrdues d'energia en el captador, per una determinada temperatura, i la càrrega calorífica d'escalfament durant un mes:

$$D_2 = \text{Energia perduda per el captador} / \text{Carga calorífica mensual} \quad (32)$$

L'energia perduda pel captador ve donada per l'equació (33).

$$E_p = S_c F'_r U_L (100 - t_a) \Delta t K_1 K_2 \quad (33)$$

On:

S_c = Superfície del captador (m^2)

$$F'_r U_L = F_r U_L (F'_r / F_r)$$

On:

$F_r U_L$ = Pendent de la curva característica del captador(coeficient global de perdudes del captador)

t_a =Temperatura mitja mensual del ambient durant les hores diürnes.

Δt =Periode de temps considerat, en segons (s)

K_1 = Factor de per emmagatzematge, que s'obte a partir l'equació (34).

$$K_1 = [kg \text{ acumulació} / (75 S_c)]^{-0,25} \quad (34)$$

$$37,5 < (kg \text{ acumulació}) / (m^2 \text{ captació}) < 300$$

K_2 =Factor de correcció, per ACS, que relaciona la temperatura mínima d'ACS, la de l'aigua de la xarxa i la mitja mensual ambient, donat per la següent expressió:

$$K_2 = (11,6 + 1,18 t_{ac} + 3,86 t_r - 2,32 t_a) / (100 - t_a) \quad (35)$$

On:

t_{ac} =Temperatura mínima requerida A.C.S.

t_r = Temperatura de l'aigua de red.

t_a = Temperatura mitja mensual del ambient durant hores diürnes.

Un cop obtingut D_1 y D_2 , aplicant l'equació (36) es calcula la fracció de la càrrega calorífica mensual aportada pel sistema d'energia solar.

D'aquesta forma, l'energia útil captada cada mes, Q_u , té el valor:

$$Q_u = f Q_a \quad (36)$$

On

Q_a =Carga calorífica mensual de A.C.S.

Mitjançant el mateix procés iteratiu que el desenvolupat per un mes, s'operarà per tot els mesos del any. La relació entre la suma de les cobertures mensuals i la suma de càrregues calorífiques o necessitats mensuals de calor es determinarà a la cobertura anual del sistema:

$$Cobertura\ solar\ anual = \sum_{u=1}^{u=12} Q_u / \sum_{a=1}^{a=12} Q_a \quad (37)$$

A continuació es realitzen els càlculs per al col·lector escollit, Solcilima

Mitjançant iteracions del nombre de col·lectors a instal·lar obtindrem les fraccions mensuals de cobertura i la fracció anual F , la qual segons el DBHE4 la contribució solar mínima anual d'ACS per a habitatges ha de ser del 50%.

El DBHE4 també estableix que el dimensionat la instal·lació es realitzarà tenint en compte que en ningun mes dels any la energia produïda per la instal·lació podrà superar el 110% de la demanda energètica i en no mes de tres mesos consecutius el 100%.

En el cas que en algun mes del any la contribució solar pogués sobrepassar el 100% de la demanda energètica s'adoptaran qualsevol de les següents mesures.

- a) Dotar a la instal·lació de la possibilitat de dissipar aquets excedents(a traves de equips específics preferentment passius o mitjançant la circulació nocturna del circuit primari);
- b) Tapat parcial del camp de captador, En aquest cas el captador solar tèrmic esta aïllat del escalfament produït per la radiació solar i al mateix temps evacua possibles excedents tèrmics residuals a traves del fluid del circuit primari (que seguirà travessant el captador).
- c) Buidat parcial del camp de captadors. Aquesta solució permet evitar el sobreescalfament, per aquesta pèrdua de part del fluid del circuit primari, ha de ser reposat per un fluid de característiques similars.
- d) Desviament dels excedents energètics a altes aplicacions existents.
- e) Sistemes de buidat i aplenat automàtic del camp de captadors.

CÀLCUL FRACCIÓ SOLAR

MES	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
DIES	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
Tª,AIGUA XARXA	5,00	6,00	8,00	10,00	11,00	12,00	13,00	12,00	11,00	10,00	8,00	5,00
HORES DE SOL	116,00	167,00	226,00	248,00	279,00	313,00	348,00	313,00	250,00	200,00	137,00	96,00
TªACS-Tª XARXA	55,00	54,00	52,00	50,00	49,00	48,00	47,00	48,00	49,00	50,00	52,00	55,00
DEMANDA ACS	491,76	436,09	464,93	432,63	438,11	415,32	420,23	429,17	423,98	447,05	449,94	491,76
H.HORIT (MJ/M2)	204,60	277,20	558,00	564,00	647,90	678,00	737,80	660,30	504,00	375,10	216,00	148,80
FACTOR K	1,31	1,24	1,17	1,09	1,03	1,01	1,03	1,10	1,20	1,32	1,39	1,37
HINC(MJ/M2)	268,03	343,73	652,86	614,76	667,34	684,78	759,93	726,33	604,80	495,13	300,24	203,86
E ABS (MJ)	389,61	499,66	949,02	893,64	970,07	995,42	1104,67	1055,82	879,16	719,74	436,44	296,33
FACTOR ADIMEN	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
D1	0,79	1,15	2,04	2,07	2,21	2,40	2,63	2,46	2,07	1,61	0,97	0,60
K1	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
K2	0,73	0,72	0,73	0,81	0,74	0,73	0,72	0,66	0,70	0,75	0,79	0,71
E.PERD (MJ)	1238,33	1067,32	1153,17	1211,47	1068,00	978,73	954,70	884,16	951,49	1124,66	1239,06	1195,93
D2	2,52	2,45	2,48	2,80	2,44	2,36	2,27	2,06	2,24	2,52	2,75	2,43
F	0,52	0,74	1,11	1,10	1,16	1,21	1,26	1,24	1,14	0,96	0,62	0,39
Q.ÚTIL (MJ)	255,66	323,32	517,15	476,65	509,47	503,25	531,22	533,25	481,29	428,82	279,81	190,99

Taula 28 Càlcul de la fracció solar

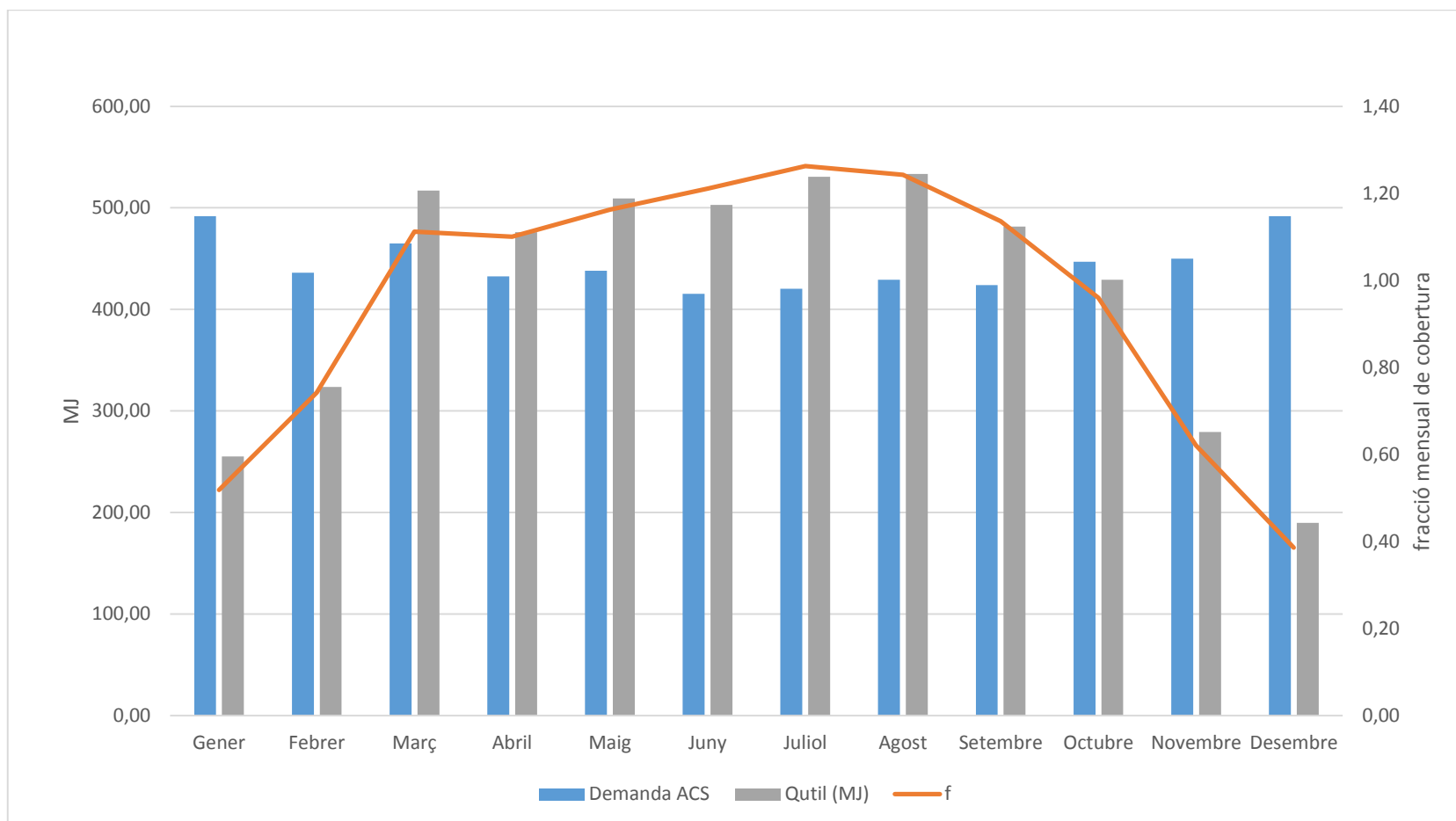


Figura 58 Gràfic fracció de cobertura mensual

2.1.5 Dimensionat Acumulador de ACS

El CTE com hem vist en l'apartat anterior estableix que la relació existent entre el volum del acumulador i l'àrea de captació ha de complir l'equació (38).

$$50 < \frac{V}{A_{captadors}} < 180 \quad (38)$$

El volum mínim de l'acumulador és de 103.5 litres. Escollim un acumulador de 115 litres de acer vitrificat i aïllat tèrmicament mitjançant espuma elastomèrica de 50 mm d'espessor.

S'ha escollit un acumulador Logalux ER de la marca RESOL. (veure *Característiques acumulador en el Annex V 2.5.1.2*)

Amb la finalitat i la periodicitat que contempla la legislació vigent a la prevenció de l'aparició de la bactèria de la legionel·la, es preveu la possibilitat del connexionat puntual, mitjançant maniobra manual específica, entre el sistema auxiliar (escalfador de gas) i l'acumulador solar, de manera que es pugui escalfar aquest últim amb el sistema de recolzament fins la temperatura de seguretat (70°C).

2.1.6 Elecció Fluid caloportador.

Aquest és el fluid que recull l'energia procedent del sol i la transmet a l'aigua a escalfar a través de l'intercanviador de calor.

Entre les seves característiques hi ha d'haver una alta conductivitat tèrmica, com també un gran rang d'aplicació entre la seva temperatura de congelació i d'ebullició.

En la instal·lació solar que ens ocupa coneixem la temperatura mínima històrica de la zona, que ha estat de -14° C.

Tenint en compte això es tria com fluid caloportador una dissolució comercial de Propilenglicol al 35% i a la *taula 29* se'n detallen les característiques

VOL -% TYFOCOR L	DENSITAT A 20° [g/cm³]	VISCOSITAT CINEMÀTICA A 20° [mm²/s]	PUNT DE CONGELACIÓ [°C]
35	1,033	3.8	-17

Taula 29 Propietats del fluid caloportador.

Les característiques del fluid caloportador queden definides en el *Annex V apartat 2.5.1.9*.

2.1.7 Dimensionat de les canonades

Per al dimensionat de les canonades primer de tot caldrà saber el caudal que ha de passar per aquestes, el fixarem seguint les recomanacions del fabricant que ens recomana un caudal de 50-60 [l/h · m²] *Annex V 2.5.1.1 Captador Solar*, el captador escollit té una superfície de 2,07 [m²], el que ens fa escollir un caudal de 103 [l/h], o el que es el mateix 0,28 [m³/s].

Un cop fixat el caudal el diàmetre de la canonades es seleccionarà de tal manera que es compleixin les següents dos condicions:

- La velocitat de circulació del fluid no superi la marcada en el CTE. La velocitat màxima recomanada amb la que té que circular un líquid es de uns 1,3 m/s en el cas del circuit primari.
- La pèrdua de carga unitària en les canonades mai ha de ser superior als 40mm de columna de aigua.

En el nostre cas la canonades es farà de coure i per a determinar el diàmetre que compleixin aquestes dos premisses anteriors utilitzarem les *equacions (39) i (40)*:

- Expressió que ens relacionarà la velocitat, caudal i diàmetre.

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \quad (39)$$

On:

Q : és el caudal

D: és el diàmetre interior de la canonada.

- Expressió per calcular la pèrdua de carga.

$$Pdc_{unitaria} = f \cdot \frac{v^2}{2g \cdot D} \quad (40)$$

On :

f: és el factor de fricció, depèn del regim de flux. (Re)

- $Re < 2000$ Regim laminar

$$f = f(Re) = 64/Re \quad (41)$$

- $Re > 4000$ Regim turbulent

$$f = f\left(\frac{\varepsilon}{D}, Re\right) \quad (42)$$

- D : és el diàmetre de la canonada

Re : és el numero de Reynolds

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad v = \frac{\mu}{\rho} \quad (43)$$

On:

ρ : és la densitat del fluid [kg/m^3]

V : és la velocitat del fluid per el interior del conducte [m/s]

D : és el diàmetre del conducte [m]

μ : és la viscositat dinàmica del fluid [$kg/m \cdot s$].

ν : és la viscositat cinemàtica del fluid. [mm^2/s]

DN [mm]	D[mm]	V[m/s]	Q[l/h]	ν (mm^2/s)	RE	REGIM	f	PDC U [mmca/m]
18	16	0,142	103	3.8	599,16	Laminar	0,107	6,90

Taula 30 Pèrdues de càrrega contínues de la canonada de DN 18

Escollint un diàmetre nominal de la canonada de 18 mm, complim els requisits establerts pel CTE, i s'adapta al diàmetre exteriors d'unió establerts pel fabricant del captador solar.

2.1.8 Càlcul de la bomba del circuit primari

La bomba del circuit primer s'ha d'escollir a partir de les condicions nominals de treball, definides pel caudal de circulació i la pèrdua de càrrega total del circuit. El cabdal de circulació s'ha calculat en l'apartat anterior i la pèrdua de càrrega del circuit es determina fonamentalment per:

- Les pèrdues de càrrega corresponents al tram més desfavorable de canonades
- La pèrdua de càrrega produïda per l'intercanviador de calor, ja sigui extern o incorporat al acumulador

- La pèrdua de càrrega en els col·lectors solars
- La diferència d'altura entre la part més alta del circuit i la més baixa.

$$H = Pdc_{tuberies} + Pdc_{intercanviador} + Pdc_{captadors} + \Delta z \quad (44)$$

Les pèrdues de càrrega en l'intercanviador de calor i els col·lectors és informació que ens ha de subministrar el fabricant d'aquets components.

A més les pèrdues de càrregues lineals produïdes pels trams rectes de les canonades (calculades en el apartat anterior) s'han de calcular a partir de les pèrdues de càrrega singulars, causades per canvis de direcció, derivacions o elements hidràulics existents en la canalització.

$$Pdc_{tuberies} = Pdc_{continues} + Pdc_{singulars} \quad (45)$$

Un cop se saben aquests dos valors de Q i H es podrà seleccionar una bomba amb unes característiques que han d'estar per sobre del punt de funcionament de disseny.

Una forma de calcular les pèrdues de càrrega singulars és a través de l'equació (46).

$$Pdc_{singulars} = k \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (46)$$

On

k : és el coeficient de perdudes de cada element

v : és la velocitat del fluid per el interior del conducte. [m/s]

En la *taula 31* es mostren els diferents coeficients de pèrdues de cada element.

ACCESSORI	K
VÀLVULA BOLA	10
VÀLVULA DE ANGLE	5
VÀLVULA RETENCIÓ	2.5
VÀLVULA COMPORTA	0.2
COLZE 90°	0.8
COLZE 45°	0.4
VÀLVULA ANTIRETORN	2.2
T STANDARD	0.6

Taula 31 Coeficient de pèrdua singular dels accessoris

D'aquesta forma s'obté:

SINGULARITATS	Nº SINGULARITATS	K	PDC SINGULARS [mca/m]
VÀLVULA BOLA	6	10	0.061726531
COLZE 90º	8	0.8	0.006584163
COLZE 45º	4	0.4	0.001646041
VÀLVULA ANTIRETORN	2	2.2	0.004526612
		TOTAL	0.074483347

Taula 32 Pèrdues de càrrega de les singularitats del circuit

Les pèrdues de càrrega contínues es calculen multiplicant les pèrdues de càrrega unitàries calculades en el apartat anterior per la longitud total de la canonada.

PDC UNITÀRIES [m.c.a./m]	LONGITUD [m]	PDC CONTINUES [m.c.a.]
0.006897194	12	0.08276632

Taula 33 Pèrdues de càrrega contínues de la instal·lació

Pel que fa l'altura que haurà de vèncer la bomba serà de 2,5 m del punt més alt del captador a zona on estarà instal·lat l'acumulador-intercanviador.

Així doncs:

- Pèrdues de càrrega en les canonades: $0,0744 + 0,0827 = 0,1572$ m.c.a
- Pèrdua de càrrega en l'intercanviador: 0.12 m.c.a (proporcionada pel fabricant, Annex III: Intercanviador de calor).
- Pèrdua de càrrega en els captadors: 0.016 m.c.a
- Pèrdua de càrrega altura: 2m

$$H = Pdc_{tuberías} + Pdc_{intercanviador} + Pdc_{captadors} + \Delta z$$

$$H = 0,1572 + 0,12 + 0,016 + 2 = 2,29 \text{ m. c. a}$$

Per tant la bomba del circuit primera haurà de ser capaç de vèncer unes pèrdues de càrrega de 2,29 m.c.a i subministrar un caudal mínim de 103 l/h. La selecció de la bomba del circuit primari s'ha realitzat de tal manera que la corba característica contingui el punt de treball definit. S'ha escollit una estació solar FlowSol B de la marca RESOL amb una bomba incorporada wilo ST15/7 ECO. Les característiques de la bomba es troben en l'Annex V 2.5.1.3. El consum de la bomba en les característiques tècniques no surt reflectit, però el fabricant ens ha facilitat un consum de 50 W.

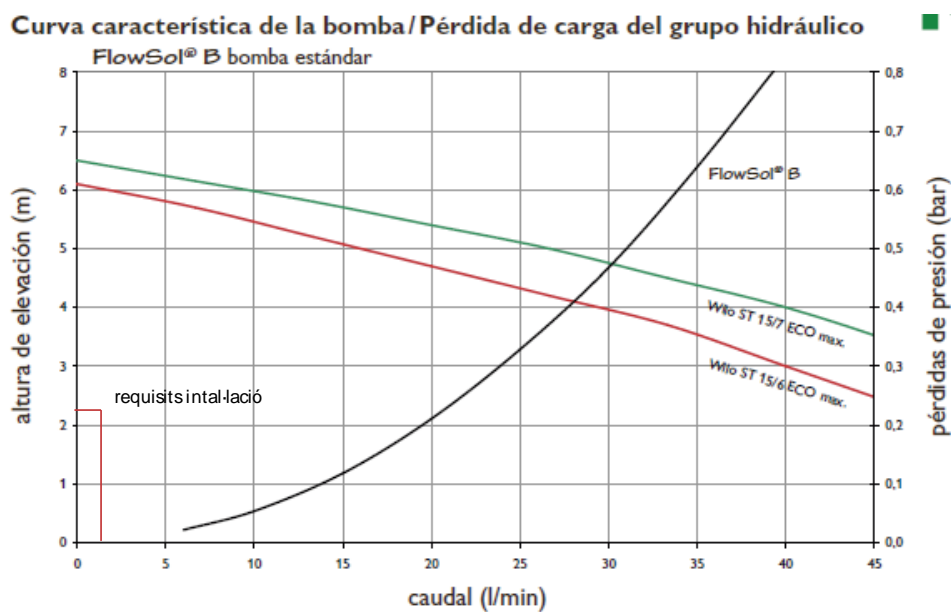


Figura 59 Gràfic de la corba de funció de la bomba e identificació del punt de treball

2.1.9 Càlcul del volum del fluid caloportador

$$V_{fluid_{instal·lació}} = V_{captador} + V_{intercanviador} + V_{tuberia} \quad (47)$$

Volum de fluid en els captadors

Tal com es pot veure en el catàleg de l'Annex V. Apartat 2.5.1.1 Captador solar, la capacitat volumètrica del captador:

$$V_{captador}: 1,7 \text{ litres}$$

Volum del fluid en el intercanviador.

Tal com es pot veure en el catàleg de l'Annex V. Apartat 2.5.1.2 Acumulador solar, la capacitat volumètrica del intercanviador:

$$V_{intercanviador}=2,8 \text{ litres}$$

Volum del fluid en les canonades:

A partir de l'equació que es mostra a continuació, és possible calcular el volum de fluid en les canonades:

$$V_{tuberia} = Longitud \cdot Secció = L \cdot \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} = 12 \cdot \frac{\pi \cdot 0.016^2}{4} = 2,41 \text{ litres}$$

$$V_{fluid_{instal\cdot lació}} = 1.7 + 2.8 + 2.4 = 6,9 \text{ litres}$$

2.1.10 Elecció del aïllament de la canonada.

L'espessor de l'aïllament de canonades i accessoris situats a l'interior no seran inferiors als valors de la taula 34.

Fluido interior caliente			
Diámetro exterior (mm) (*)	Temperatura del fluido (°C) (**)		
	40 a 60	61 a 100	101 a 180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

(*) Diámetro exterior de la tubería sin aislar.

(**) Se escoge la temperatura máxima de red.

Taula 34 Aïllament mínim canonades (Font: IDAE)

Per a canonades i accessoris situats a l'exterior, els valors de la taula 34 s'incrementaran en 10 mm com a mínim.

En el nostre cas utilitzarem un aïllament que 25 mm de gruix.

2.1.11 Càlcul del dissipador

Com ha quedat exposat anteriorment, el CTE en el seu apartat HE4 estableix que:

- No es podrà superar el 110% de la demanda de ACS en cap mes de l'any.
- No es podrà superar el 100% de la demanda de ACS en tres mesos consecutius.

Malgrat això en la nostra instal·lació se supera durant varis mesos de l'any el 100% de la demanda, fins i tot essent superior en aquest excés superior al 10%.

El CTE ofereix diverses alternatives per a la evacuació de aquesta energia i en aquest cas optem per la dissipació en forma de calor. Per això, instal·lem en el col·lector solar un dissipador tèrmic o per gravetat. Aquest sistema no requereix elements elèctrics i dissipa el excés de calor generat per la baixa demanda d'ACS.

Aquest tipus de dissipador es componen d'una vàlvula termostàtica, tarada a 90°C que comunica el captador amb unes bateries de tubs de coure aletejats. Quan el fluid arriba a la temperatura de consigna s'obre la vàlvula i recircula per termosifó a través de la bateria, mantenint la temperatura aproximada de 90°C en el col·lector. S'instal·la en la part posterior del col·lector.

L'energia que és necessària per dissipar per cada mes es pot calcular a partir de la fracció solar mensual, atès que la fracció solar es defineix com el quocient entre l'energia rebuda i l'energia demandada. Així per cada mes es té:

MES	f	Q.NECESSÀRIA (MJ)	Q.REBUDA (MJ)	Q.EXCÉS (MJ)
GENER	0,52	491,76	255,66	-236,1
FEBRER	0,74	436,09	323,32	-112,77
MARÇ	1,11	464,93	517,15	52,22
ABRIL	1,1	432,63	476,65	44,02
MAIG	1,16	438,11	503,47	65,36
JUNY	1,21	415,32	503,25	87,93
JULIOL	1,26	420,23	531,22	110,99
AGOST	1,24	429,17	533,25	104,08
SETEMBRE	1,14	423,98	481,29	57,31
OCTUBRE	0,96	447,05	428,82	-18,23
NOVEMBRE	0,62	449,94	279,81	-170,13
DESEMBRE	0,39	491,76	190,99	-300,77

Taula 35 Excés d'energia necessària de dissipació

En la *taula 35* s'aprecia que el mes que es necessita dissipar més calor és el juliol, amb un total de 110.99 MJ. Procedim a calcular la potència que ha d'extraure el sistema de dissipador.

$$110.99 \text{ MJ} = 30,83 \text{ Kwh}$$

$$30,83 \frac{\text{Kwh}}{\text{mes}} \cdot \frac{1 \text{ dia}}{9,5 h_{\text{utils}}} \cdot \frac{1 \text{ mes}}{31 \text{ dies}} = 104,6 \text{ W}$$

Per lo tant es precisa de un dissipador que pugui evacuar una potencia superior a 104.6W.

2.1.12 Càlcul del vas d'expansió

El dimensionat del vas d'expansió s'efectuarà seguint les indicacions de la instrucció UNE 100-155-

Per a la determinació de la seva mida es requereix calcular prèviament el volum de fluid caloportador que conté el circuit primari de captació (*veure apartat 2.1.9*). Aquest valor és de 10,9 litres.

Així doncs, la mida del vas d'expansió tancat es calcula a partir de l'equació (48).

$$V_{\text{vas}} = V \cdot \varepsilon \cdot \frac{P_f}{P_f - P_i} \quad (48)$$

On:

V_{vas} : volumen del vas d'expansió [litres]

V : Quantitat de fluid caloportador en el circuit primari [litres]

ε : increment del volumen del fluid caloportador desde 40°C fins la temperatura màxima que pot arribar el captador [adimensional]

P_f : pressió absoluta final del vas d'expansió [Kg/cm^2]

P_i : pressió absoluta inicial del vas d'expansió [Kg/cm^2]

La dilatació de la mescla ε de l'anticongelant es pot calcular segons com ens indica el fabricant Annex V Fluid caloportador.

$$\Delta V = \beta_{\text{medio}} \cdot \Delta t \cdot V_o \quad (49)$$

On:

β_{medio} Valor que s'obte de la gràfica (coeficient expansió) Anex IV Fluid caloportador

Δt variació màxima de la temperatura

V_o volum en litres del fluid que conte el circuit primari

$$\Delta V = 55 \cdot 10^{-5} \cdot 100 \cdot 6,9 = 0,3795$$

$$\varepsilon = \frac{0,3795}{6,9} = 0,055$$

El valor de P_f s'agafa per la pressió corresponent al tarat de la vàlvula de seguretat 6 bar (veure Annex V grup de pressió) per obtenir la pressió absoluta el valor tarat de la vàlvula de seguretat ha d'incrementar-se en 1 kg/cm^2

$$P_f = 7 \text{ Kg/cm}^2$$

Normalment la pressió inicial de l'emplenat del circuit serà com a mínim de $0,5 \text{ Kg/cm}^2$ al nivell dels captadors solars ($P_i = 1,5 \text{ Kg/cm}^2$ de pressió absoluta). A aquest valor se li haurà d'afegir la pressió corresponent a l'altura de la columna d'aigua situada sobre el vas. Si la diferència de cota existent entre el punt més alt de la instal·lació i la posició del vas es de 2m, la pressió a afegir serà de $0,2 \text{ Kg/cm}^2$ de pressió relativa ($1,2 \text{ Kg/cm}^2$ de pressió absoluta)

$$P_i = 3,7 \text{ Kg/cm}^2$$

Finalment la mida mínima del vas d'expansió serà:

$$V_{vas} = V \cdot \varepsilon \cdot \frac{P_f}{P_f - P_i} = 2,41 \cdot 0,055 \cdot \frac{7}{7 - 3,7} = 0,28 \text{ litres}$$

2.1.13 Càlcul del sistema de recolzament

Com hem pogut veure en calcular la fracció solar de la instal·lació, en alguns mesos l'energia captada no és suficient per escalfar l'aigua fins la temperatura requerida.

El calor necessari per elevar la temperatura des de la temperatura a la que es troba l'aigua del tanc fins la temperatura de consum (60°C) ha de ser aportat per un sistema de recolzament. A causa de la normativa existent l'aportació de recolzament s'ha escollit per aquesta funció un escalfador de gas butà.

Quan l'aigua procedent de l'acumulador supera la temperatura de consum del sistema, l'aigua passa directament fins al punt de subministrament. Si en canvi l'aigua no assoleix la temperatura de consum a la sortida de l'acumulador, es fa passar a través de l'escalfador. Així, l'escalfador aporta el calor diferencial fins arribar a la temperatura desitjada.

2.2 Annex 2: Càlcul de la instal·lació subministrament aigua

Coneguda la demanda total d'aigua i les característiques geomètriques de la instal·lació, podem dimensionar els components del sistema de bombeig. Aquest sistema consta de quatre elements a calcular.

- Tanc d'emmagatzematge d'aigua
- Conduccions
- Bomba d'impulsió
- Sistema generador fotovoltaic.

2.2.1 Tanc d'emmagatzematge

Conegut el consum diari total d'aigua es procedeix al dimensionat del tanc. Com es va anticipar en la introducció d'aquesta instal·lació, es dimensionarà el tanc de tal manera que permeti el proveïment hidràulic en els dies de baixa o nul·la radiació solar.

Agafant un factor de protecció de 2, es garanteix el subministrament d'aigua durant dos dies consecutius amb una mínima radiació. Així doncs la capacitat del tanc seleccionat serà d'un mínim de 1.700 litres. En el mercat es troben diferents models que compleixen aquesta condició, escollint finalment 2 dipòsits de 1.000 litres de capacitat connectats en paral·lel.

S'hi instal·la elevat, de manera que una vegada extreta l'aigua del dipòsit situat a una cota inferior, sols sigui necessari una petita quantitat d'energia per al pressuritzat de la línia. Per això es col·locaran els dipòsit a sobre d'una caseta d'eines situada a una zona exterior de la casa. Un factor que hem de tenir en compte és la situació del dipòsit, ja que en estar instal·lat a l'exterior, s'haurà de tenir en compte la possible congelació de l'aigua.

2.2.2 Conduccions

L'aigua extreta de la bassa serà conduïda des de la mateixa bassa fins al dipòsit mitjançant un línia de canonada. Atès que no existeixen exigències de caudal s'agafarà un caudal preferentment baix per minimitzar els cost tant de la línia de la canonada com la bomba d'impulsió.

.MES	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
HSP	2,54	3,82	4,63	4,76	4,86	5,07	5,23	4,97	4,7	3,84	3	2,4

Taula 36 Hores solar pic sobre una superfície inclinada 15° (Font: PVgis)

Es decideix triar com a mes de disseny el mes desfavorable que és desembre. Encara que la demanda d'aigua en aquest mes serà inferior a la definida en l'apartat 1.7.4, a causa que les necessitats de la zona enjardinada es reduiran, se seguiran considerant aquestes necessitats per assegurar-nos aquesta disponibilitat d'aigua, per possibles augments de demanda hidràulica en un futur.

Escollirem el caudal tenint en compte el HSP (hores solar pic).

$$Q = \frac{2000}{2,4} = 833,33 \text{ l/h}$$

Conegut el caudal es procedirà al càlcul del diàmetre de canonada que arribarà al dipòsit des de la bomba. Buscarem un diàmetre de canonada que ens asseguri poques pèrdues per fricció.

En el nostre cas la canonada es farà de polietilè i per a determinar les pèrdues en funció del diàmetre utilitzarem les equacions (39), (40), (41), (42), (43), de l'apartat 2.1.7

DN [mm]	D[mm]	V[m/s]	Q[l/h]	RE	REGIM	f	PDC U [mca/m]
32	29	0,350	833,3	10162,74	Turbulent	0,031	0,00668
40	36	0,227	833,3	8186,66	Turbulent	0,033	0,00240
50	46	0,139	833,3	6406,95	Turbulent	0,035	0,00076
63	58,2	0,087	833,3	5063,91	Turbulent	0,038	0,00025

Taula 37 Pèrdues de carrega unitària segons el diàmetre interior de la canonada

Escollirem una canonada de polietilè de diàmetre nominal de 32 mm i un diàmetre interior de 29 mm.

La canonada anirà enterrada des de la sortida de la bomba fins arribar als dipòsits que estan a la vora de la casa, per continuar verticalment i guiat mitjançant cargols en U, fins desembocar a la part superior de la canonada.

.

2.2.3 Bomba d'impulsió

La potència necessària per impulsar l'aigua des de la bassa al dipòsit d'emmagatzematge es calcula mitjançant l'equació (50).

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_{eq} \quad (50)$$

On:

ρ : és la densitat de l'aigua (1000 kg/m^3)

g : és la constant gravitatòria ($9,81 \text{ m/s}^2$)

Q : és el caudal [m^3/h]

H_{eq} : és l'altura equivalent de bombeig.

L'altura equivalent de bombeig és:

$$H_{eq} = H_d + H_{perdues} \quad (51)$$

On:

H_d és l'altura que hi ha des del dipòsit al punt d'extracció de l'aigua.

$H_{perdues}$ és l'altura de les pèrdues per fricció [m].

L'altura de fricció equivalent és el resultat de la caiguda de pressió a causa de la fricció del líquid amb l'interior de la canonada. Aquestes pèrdues de càrrega depenen de la longitud de la canonada, el seu diàmetre i el coeficient de fricció i de les característiques del corrent (règim laminar o turbulent). La longitud de la canonada a quedat definida en l'apartat requisits, i serà de 60m.

A més es donen pèrdues per fricció en els diferents elements del circuit com colzes, elements en T, sortides i entrades de dipòsits, filtres.

Així:

$$H_{perdues} = H_{continues} + H_{localitzades}$$

Les pèrdues continues ja han estat calculades en el apartat anterior, on hem agafat una canonada de DN 50mm i les pèrdues eren de 0,00343 m.c.a/m.

PDC UNITÀRIES [m.c.a./m]	LONGITUD [m]	PDC CONTINUES [m.c.a]
0,00688	60	0,4128

Taula 38 Pèrdues de càrrega continues en tot el tram de canonada

Les pèrdues singulars es calculen segons l'equació (44) de l'apartat 2.1.8. tenint en compte els coeficients de pèrdues de cada element mostrats en la taula 31 del mateix apartat

D'aquesta forma s'obté:

SINGULARITATS	Nº SINGULARITATS	K	PDC SINGULARS [m.c.a.]
VÀLVULA BOLA	3	10	0,1875
COLZE 90º	5	0,8	0,025
		TOTAL	0,2125

Taula 39 Pèrdues de carga singulars

$$H_{perdues} = 0,4128 + 0,2125 = 0,6253$$

Pel que fa l'altura que haurà de vèncer la bomba, serà de 13 m des del punt on agafem l'aigua fins a la zona més alta del dipòsit.

Així doncs

- Pèrdues de carga en les canonades :0,3993 m.c.a
- Perduda de carrega altura: 15m

$$H_{eq} = 15 + 0.6253 = 15,6253 \text{ m. c. a}$$

Amb aquest valor la potencia hidràulica requerida

$$P_{hid} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H_{eq}}{\eta_{MB}} \quad (52)$$

$$P_{hid} = 1000(kg/m^3) \cdot 9,81(m/s^2) \cdot 0,000231(m^3/s) \cdot 15,62$$

$$P_{hidraulica} = 35,39 \text{ W}$$

S'estimarà l'energia elèctrica consumida per la bomba com :

$$E_{Bomba}(Wh/dia) = \frac{P_{hidraulica} \cdot h_{funcionamentdia}}{\eta_{MB}} \quad (53)$$

On

$$h_{funcionamentdia} = \frac{Capacitat (l)}{Q} \quad (54)$$

$$h_{funcionamentdia} = \frac{2000 l}{833 l/h} = 2,4 \text{ hores}$$

$$E_{Bomba} \left(\frac{Wh}{dia} \right) = \frac{35,59 \cdot 2,4}{0,40} = 213,54 Wh/dia$$

Per tant la bomba haurà de ser capaç de vèncer unes pèrdues de càrrega de 13,3993 m.c.a i subministrar un caudal mínim de 833,33 l/h. La selecció de la bomba es realitzarà de tal manera que la corba característica contingui el punt de treball definit.

Escollirem una bomba de la marca comercial Lorentz model PS150 BOOST-330. Aquest model ens permet treballar a diferents cabals i altures depenent de la potència d'entrada subministrada. Per complir els nostres requisits de caudal i altura haurem de treballar com a mínim amb una potència d'entrada de 60 W.

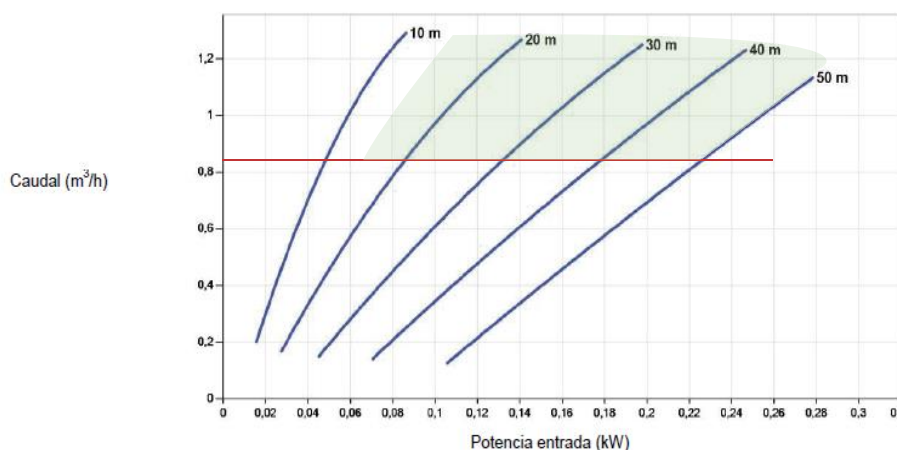


Figura 60 Corba de funcionament de la bomba Lorentz

S'estimarà l'energia elèctrica consumida per la bomba com :

$$E_{Bomba}(Wh/dia) = \frac{P_{hidraulica} \cdot h_{funcionamentdia}}{\eta_{MB}}$$

On:

$$h_{funcionamentdia} = \frac{Capacitat (l)}{Q} = \frac{2000 l}{833 l/h} = 2,4 \text{ hores}$$

$$E_{Bomba} \left(\frac{Wh}{dia} \right) = \frac{35,59 \cdot 2,4}{0,40} = 213,54 Wh/dia$$

2.2.4 Dimensionat de la instal·lació fotovoltaica del sistema de bombeig

Per a subministrar l'energia necessària per la bomba utilitzarem uns panells solars que aniran connectats a un controlador, que ens ofereix la mateixa casa de la bomba. Aquest farà la funció de un regulador de càrrega que protegirà la bomba contra possibles sobrecàrregues, polaritats inverses, alta temperatura a més a més porta incorporat un sistema MPPT que ens assegura el màxim rendiment de la instal·lació.

2.2.4.1 Ubicació dels panells solars

Els panells solars estaran ubicats justament a sobre del dipòsit on s'extrau l'aigua.



Figura 61 Situació dels mòduls solars instal·lació de bombeig

2.2.4.2 Radiació solar mitja

Per al càlcul de la radiació incident al nostre panell solar fotovoltaic hem de tenir unes variables en compte que definirem a continuació:

Φ , latitud geogràfica ($^{\circ}$). En el cas de la nostra casa està situada $41,80^{\circ}$ nord.

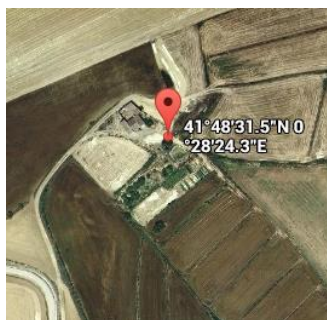


Figura 62 Situació geografia

α , azimuth ($^{\circ}$). Valors típics son 0° per a mòduls orientats al sud, -90° per a mòduls orientats al est i $+90^{\circ}$ per a mòduls orientats al oest. L'azimut de la teulada del dipòsit escollida és de $-46,12^{\circ}$.



Figura 63 Orientació de la zona on s'instal·larà els mòduls fotovoltaics de la instal·lació de bombeig

β , Angle de inclinació, definit com el angle que forma la superfície de los captadors, amb el pla horitzontal. És de 15° , aquest queda definit per la inclinació de la coberta del dipòsit de subministrament.



Figura 64 Angle d'inclinació dels panells fotovoltaics instal·lació de bombeig

Un cop es tenen definits els paràmetres de la latitud, l'orientació i la inclinació dels panells, mitjançant el PVgis, un programa que ens ofereix la possibilitat de saber la radiació incident, sabrem què tindrem sota aquestes condicions.

MES	Ed	Em	Hd	Hm
1	1,84	57	2,3	71,5
2	2,93	81,9	3,67	103
3	4,01	124	5,15	160
4	4,59	138	6,01	180
5	5,07	157	6,8	211
6	5,5	165	7,54	226
7	5,57	173	7,69	238
8	4,97	154	6,85	212
9	4,23	127	5,69	171
10	3,1	96,1	4,07	126
11	2,18	65,5	2,77	83,2
12	1,7	52,8	2,14	66,3
ANY	3,81	116	5,06	154

Taula 40 Irradiació solar (Font: PVgis))

Ed: Producció de electricitat mitja diària per el sistema donat (kWh)

Em: Producció de electricitat mitja mensual per el sistema donat (kWh)

Hd: Media diària de la irradiació global rebuda per metro quadrat per els mòduls del sistema donat (kWh/m²)

Hm: Suma mitja de la irradiació global per metro quadrat rebuda per els mòduls del sistema donat (kWh/m²)

2.2.4.3 Dimensionat del generador

Conegudes les necessitats i l'aportació d'energia en el mateix període, es procedeix al càlcul de la potència requerida per al captadors fotovoltaics.

En tractar-se d'una instal·lació d'ús permanent, el dimensionat es realitzarà per al mes més desfavorable. S'entén com a mes desfavorable aquell en què el quocient entre l'energia disponible i la demanda és menor. Com en aquest cas la demanda és constant, tenim que el mes desfavorable serà aquell en el que tenim menys irradiació, és a dir, el desembre.

El dimensionat mínim del generador es farà d'acord l'equació (55)

$$P_{mp,min} = \frac{E_G \cdot G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot PR} \quad (55)$$

On:

E_G : Consum de la carrega en Kwh/dia

G_{CEM} : $1KW/m^2$

$G_{dm}(\alpha, \beta)$: Valor mig mensual de la irradiació diària sobre el pla generador en $kWh/m^2 dia$ (valor extet de la *taula 40* Hd)

PR : performance rati, el rendiment energètic de la instal·lació en aquest cas com és directe i no té inversor ni bateries es tria 1.

$$P_{mp,min} = \frac{0,213 \cdot 1}{2,14 \cdot 1} = 0,099 Kw \approx 100W$$

Un cop obtinguda la potència mínima del generador, aquesta s'ajustarà conforme als valors comercials de mòduls solars més pròxims atenent als valors de tensió que ens requereix la bomba. Com es pot observa en l'Annex V (bomba), el voltatge de màxima potència (V_{mp}) mínim que haurà de tenir el generador és de 17 V, el que ens fa escollir un panel de 24V. Finalment es tria un panell solar SolarWorld SW 250 (*veure característiques a l'Annex V*).

2.2.5 Sistema lògic de funcionament.

L'emplenat del dipòsit es regularà mitjançant un controlador que disposa la mateixa bomba el qual incorpora un programador temporal i dos interruptors de nivell.

D'aquesta forma:

- Si el dipòsit no es troba ple, la bomba actuarà fins omplir el dipòsit.
- Si el dipòsit es troba ple, la bomba no actuarà.

2.3 Annex 3: Càlcul instal·lació fotovoltaica

2.3.1 Ubicació dels panells solars

Els panells solars es col·locaran sobre una marquesina construïda per aquesta funció, encarada al sud, d'aquesta manera també es crearà un espai amb ombra per poder deixar els vehicles.



Figura 65 Disposició dels panells fotovoltaics

2.3.2 Radiació solar mitja

Per al càlcul de la radiació incident al nostres panells fotovoltaics hem de tenir unes variables en compte que definirem a continuació:

Φ , latitud geogràfica ($^{\circ}$). En el cas de la nostra casa està situada a $41,80^{\circ}$ nord.

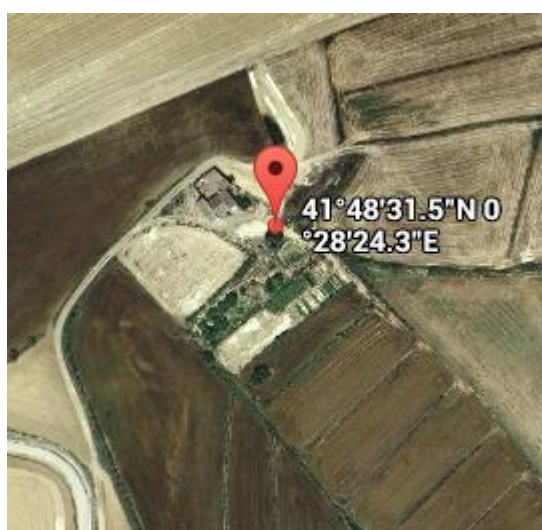


Figura 66 Situació de la instal·lació

α , azimuth ($^{\circ}$). Definit com l'angle entre la projecció, sobre el planell horitzontal de la normal a la superfície del mòdul i el meridià del lloc. En aquest cas com l'estructura és un element que encara s'ha de construir, la fixarem de tal manera que els panells fotovoltaics estiguin encarats al sud.

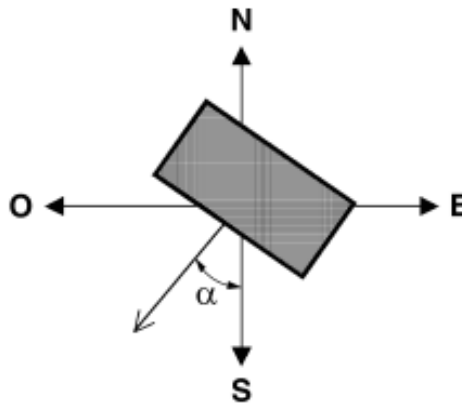


Figura 67 Definició del angle azimuth

β , Angle d'inclinació, definit com l'angle que forma la superfície de los captadors, amb el pla horitzontal. Ja que tenim la possibilitat de fixar aquest angle com nosaltres vulguem, l'escollirem de tal manera que ens assegurí tenir una producció mitja anual més gran. Per fer una aproximació de l'energia incident que rep un panell solar en una determinada configuració es fa servir el paràmetre que anomenem HSP (Hores solar pic), que són les hores que rep una superfície amb una determinada inclinació i orientació la radiació de $1 \frac{KW}{m^2}$, en l'equació (56), es mostra com trobar aquest valor.

$$HSP = \frac{\text{Energia incident } (\frac{kwh}{m^2 \cdot dia})}{\text{Radiació solar } (\frac{KW}{m^2})} \quad (56)$$

En la figura 68 podem observar com varia les HSP (hores solar pic) que rep la instal·lació quan es varia l'angle d'inclinació, en què es pot observar que per angles petits, en els mesos d'estiu, les HSP que rep la instal·lació són més altes que si escollim una inclinació més alta. Això és causat perquè a l'estiu l'altura del sol és més alta. Passa tot el contrari a l'hivern: com que l'altura del sol és més baixa, i les inclinacions més altes aconseguixen més HSP

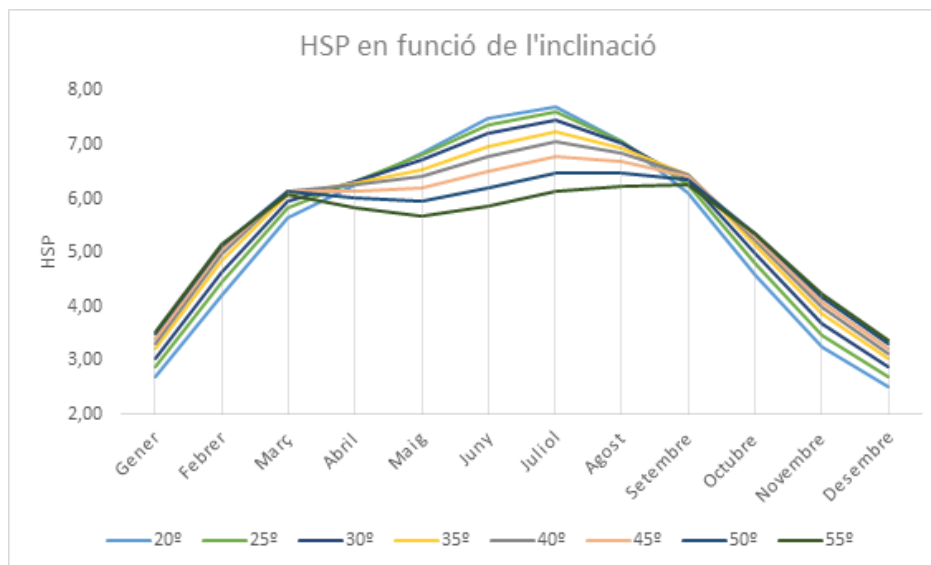


Figura 68 Hores Solar Pic en funció de la inclinació dels panells solars

Per trobar el valor òptim d'inclinació de la marquesina, s'ha realitzat un estudi de les HSP mitjanes anuals per a diferents angles. D'aquesta manera es podrà determinar quin és l'angle que ens proporciona una mitja HSP durant tot l'any. Aquesta inclinació òptima no és única: hi ha un rang entre 33° i 40° d'inclinació que ens donen les HSP mitjanes màximes. Escollirem 40° perquè ens millorarà una mica el rendiment en els mesos hivernals, on la demanda elèctrica possiblement serà superior. En la figura 65 es poden observar els resultats.

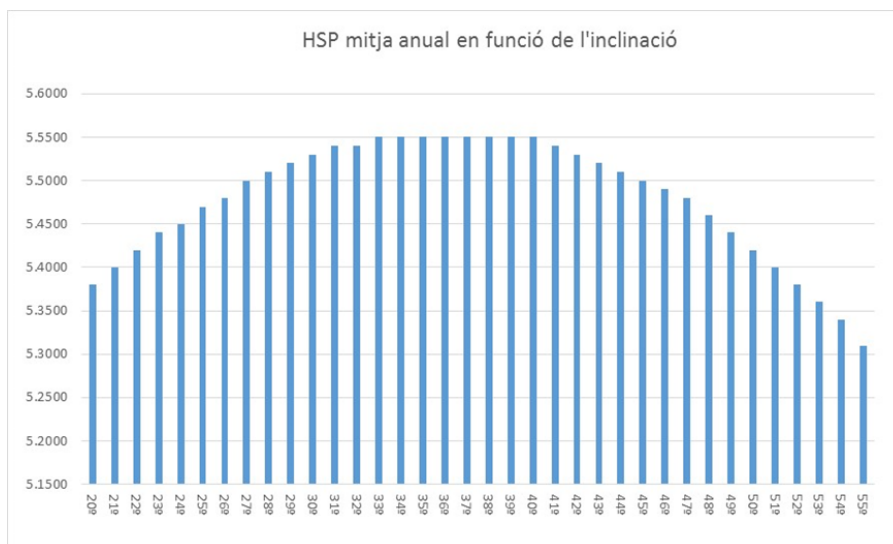


Figura 69 HSP mitja anual en funció de la inclinació del panell solar

Valors de la radiació solar incident per la configuració escollida

CARACTERÍSTIQUES DISPOSICIÓ PANELL SOLAR		MES	Hd
LATITUD:	41°48'31" Nord	GENER	3,25
LONGITUD:	0°28'24" Est	FEBRER	4,96
INCLINACIÓ DE LOS MÒDULS:	40grados	MARÇ	6,13
ORIENTACIÓ (AZIMUT) DE LOS MÒDULS:	Sud	ABRIL	6,25
		MAIG	6,42
		JUNY	6,79
		JULIOL	7,06
		AGOST	6,84
		SETEMBRE	6,45
		OCTUBRE	5,22
		NOVEMBRE	3,98
		DESEMBRE	3,13

Taula 41 Característiques disposició del panell solar

Taula 42 HSP sobre una superfície inclinada 40°
(Font:PVgis)

Hd: Mitja diària de d'irradiació global rebuda per metre quadrat per els mòduls del sistema donat (kWh/m2).

2.3.4 Elecció del sistema

Tenint en compte els consums considerats en el apartat de requisits, 4,008 KWh/dia son tots en corrent alterna a 230V, s'instal·larà un sistema FV amb acumulació, amb una tensió de treball de 48V. Es tria aquesta tensió per poder-nos adaptar al sistema SMA, i d'aquesta manera, les pèrdues causades per la caiguda de tensió són menors.

2.3.5 Estudi mòduls fotovoltaics

S'analitzarà el rendiment de tres panells solars. S'escollirà el panell solar que relació preu/potencia subministrada sigui més baixa i millor s'adapti als requisits del sistema de regulació. Per determinar aquesta relació utilitzarem l'equació (27).

$$R = \frac{Cost}{P_s} = \frac{Cost}{\eta \cdot I \cdot S_T}$$

On en aquest cas al tractar-se d'una instal·lació fotovoltaica:

η : Rendiment del panell fotovoltaic

I : $1000\text{W}/\text{m}^2$

S_T : Àrea de captació

A continuació es mostren les característiques dels mòduls fotovoltaics analitzats, i els resultats obtinguts d'aplicar l'equació (27).

	SOLAR WORLD SW275	ATTERSA A-300P	SHARP ND-F4Q300
P_{MP} (W)	203,1	300	300
V_{MP} (V)	28,1	36,52	35,1
V_{oc} (V)	35,7	44,97	45,1
I_{MP} (A)	7,22	8,21	8,52
I_{sc} (A)	7,75	8,89	8,94
TIPUS DE CÈL·LULA	monocristal·lina	policristal·lina	monocristal·lina
ÀREA DE CAPTACIÓ (m^2)	1,46	1,75	1,70
η (%)	13,9	15,42	15,1
PREU (€)	223 €	250 €	245 €
RATI (€/Wh)	0,01099	0,00926	0,00954

Taula 43 Característiques principals dels mòduls fotovoltaics

Selecció del mòdul fotovoltaic

El col·lector escollit és l'ATTERSA A-300P. Un dels motius perquè s'ha escollit aquest mòdul és perquè ens ofereix un preu més baix per Watt instal·lat.

2.3.5 Dimensionat del elements instal·lació

2.3.5.1 Dimensionat bàsic.

En la literatura tècnica es poden trobar diferents criteris de base pel dimensionament d'una instal·lació FV autònoma amb acumulació. Aquí adoptarem un mètode, basat amb el balanç energètic, entre l'energia requerida i la generada pels panells FV. Es tracta de garantir, fins al límit d'allò raonable, el consum durant tot el període de utilització d'instal·lació. Per això es tindrà en compte el mes desfavorable, entenent com a tal aquell que el quocient entre l'energia solar incident i l'energia consumida agafi el valor més baix. En el cas que s'estudia, considerem un consum constant al llarg del any, aquest mes resulta ser el desembre, perquè és el mes on les HSP són mínimes.

En una instal·lació FV autònoma amb acumulació existeixen una sèrie de factors que provoquen pèrdues en el rendiment global, R , en altres documents es veurà aquest valor també definint com performance rati PR. Això comporta que l'energia que ha d'entrar en els borns de la bateria, E ha de ser superior a la consumida en la instal·lació de manera que:

$$E = \frac{E_T}{R} \quad (57)$$

On:

E_T : és el consum de la càrrega o de l'habitatge en Wh/dia o Kwh/dia

Aquestes pèrdues s'associen a una sèrie de coeficients, que es poden considerar a paràmetres de disseny, els quals es descriuen a continuació:

K_b = Coeficient de pèrdues pel rendiment de les bateries. Indica la fracció d'energia que la bateria no retorna respecte l'absorbida perquè principalment és l'energia calorífica que es produeix durant els processos químics de càrrega i descàrrega.

K_a = Coeficient de pèrdues per auto-descarrega diària de les bateries.

K_c = Coeficient de pèrdues per rendiment de l'inversor.

K_v = Coeficient de pèrdues vàries. Aquest coeficient es té en compte el rendiment global de tota la xarxa de consum, pèrdues per efecte Joule, etc.

Així també es denomina N al nombre de dies d'autonomia de la instal·lació i p_d a la profunditat de descàrrega de les bateries (els dos paràmetres de disseny), el rendiment global de la instal·lació es pot calcular mitjançant l'equació (58).

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v)(1 - K_a N / p_d) \quad (58)$$

En la *taula 44* es mostren els rangs típics de valors dels coeficients de pèrdues.

COEFICIENT DE PÈRDUES	RANG PRÀCTIC
K_b	0,00-0,20
K_a	0,001-0,020
p_d	0,1-0,8
K_c	0,0-0,4
K_v	0,00-0,20

Taula 44 Coeficients de pèrdues de la instal·lació fotovoltaica (Font: Censolar)

En el nostre cas s'han adoptat els següents valors:

$K_b=0,05$ valors extret de llibres, el fabricant no facilita aquesta dada.

$K_a=0,005$ valors extret de llibres, el fabricant no facilita aquesta dada.

$p_d=0,5$ Per sota d'aquest valor no es recomanable per al correcte us de les bateries.

$K_c=0,03$

$K_v=0,10$

$N= 5$

Amb aquests valors el rendiment:

$$R=0,79$$

Per lo tant, l'energia en els borns del grup de bateries ha de ser:

$$E = E_T/R = 4008/0,79 = 5073,41 \text{ Wh}$$

2.3.5.2 Dimensionat del subsistema de generació

A les pèrdues que s'han descrit en l'apartat anterior s'hauria d'afegir les pèrdues relacionades al regulador, que segons el fabricant (*veure Annex V. Regulador de carga*) és de 2,7% (rendiment del 97,3%). Per aquesta raó, l'energia que ha de generar el camp FV, E_G haurà de ser lleugerament superior a E:

$$E_G = \frac{E}{0,973} = \frac{5073,41}{0,973} = 5214,20 \text{ Wh}$$

El fabricant del mòdul FV especifica la potència pic del mateix, P_{mp} , que es pot entendre com l'energia que és capaç de generar el mòdul durant una hora, sotmès a una irradiància constant i igual a 1000 W/m^2 . Això condueix a un terme de gran interès pràctic en aquest tipus d'instal·lacions, alhora de determinar l'energia diària que pot produir un mòdul FV en una determinada localitat conegudes les HSP.

Les HSP ja les hem calculat en l'apartat 2.1.1, escollint el mes de desembre com el mes desfavorable, a aquest valor també li aplicarem un factor de correcció 0.9, perquè en condicions reals de funcionament a causa de la brutícia del mòdul, les pèrdues per reflexió en moments d'incidència obliqua, etc. Així d'aquesta manera l'energia que podrà genera el camp FV per cada watt instal·lat, E_p , serà:

$$E_p = 0,9 \cdot HSP \quad (59)$$

$$E_p = 0,9 \cdot 3,13 = 2,81 \text{ Wh per cada Wp instal·lat}$$

La potència pic que s'ha d'instal·lar en el camp FV, P_p , serà per tant, funció de l'energia que ha de generar el camp FV, E_g , i l'energia que genera cada watt pic instal·lat, E_p de manera que:

$$P_p = \frac{E_g}{E_p} \quad (60)$$

$$P_p = \frac{5214,20}{2,81} = 1855,58 \text{ Wp necessaris}$$

El mòdul comercial escollit Attersa A-300P (*veure Annex V*) ens proporciona una potència de 300 W, el que representa que per complir aquets requisits de potència hauríem d'instal·lar 6,18 panells solars, el que ens farà escollir 6 panells de 300 W, encara que si està per sota, s'ha de tenir en compte que s'ha dimensionat per el mes on tenim menys recurs solar.

Ahora del connexionat dels panells, el nombre de mòduls en sèrie, m_s , (cada grup de panells en sèrie se li denomina string) es determina en funció de la tensió d'entrada recomanada pel regulador SMA (*veure Annex V*). El fabricant ens recomana, per extreure el màxim rendiment, una tensió d'entrada que estiguin dins del rang 70-100V. D'aquesta manera es determina en funció de la tensió que ens suporta el regulador V_r , i el V_{mp} (*Voltatge de màxima potencia del generador, Veure Annex V*), de manera que:

$$m_s = V_r / V_{mp} \quad (61)$$

Com el V_{mp} del panell fotovoltaic és de 36,52V, observem que la millor opció serà connectar 2 panells en sèrie. El que ens donarà una tensió en punt de màxima potència de 73,04 V que està dins del rang òptim que ens aconsella el fabricant del regulador. També caldrà fixar-nos que la tensió en circuit obert d'aquesta agrupació no superarà la tensió màxima suportada pel regulador, en aquest cas la tensió a circuit obert del cada panell es $V_{co} = 44,97V$ i la tensió màxima que soporta el regulador és de 140v. Aquest valor queda per sobre dels 89,94V de V_{co} que ens donarà aquesta associació.

Ara queda connectar cada string de panells solars entre ells,. Aquesta connexió es farà en paral·lel, en aquest cas ens haurem de fixar que la suma d'intensitats de cada string no superi la intensitat màxima que ens permet el regulador, que és de 40 A. Si cada string ens dóna com intensitat màxima la mateixa que ens dóna un panell solar i tenim que cada panell $I_{mp} = 8,21A$ i $I_{cc} = 8,89A$, es pot observar que connectant tres strings en paral·lel, com a molt, es podrà arribar a 25,63 A en circuit obert. D'aquesta manera queda configurada la connexió dels panells solars assegurant-nos el correcte funcionament de la instal·lació. En el següent dibuix es mostra un esquema de la configuració adoptada.

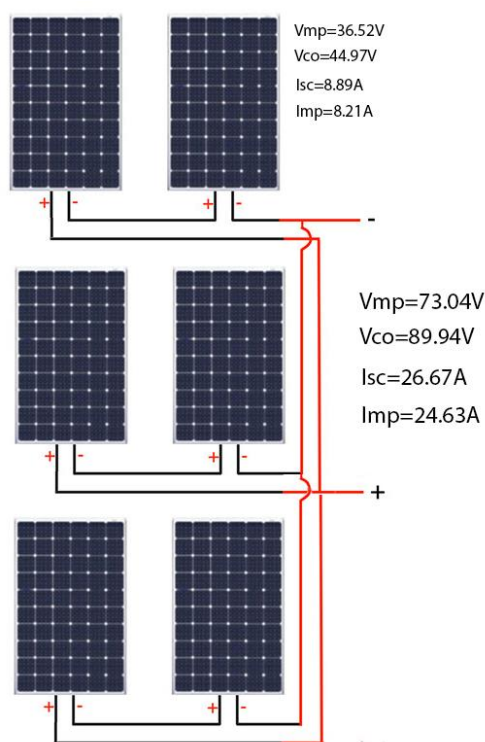


Figura 70 Configuració de connexió dels mòduls fotovoltaics

2.3.5.3 Dimensionat del sistema de acumulació

Un cop calculada l'energia necessària que ha de rebre el grup de bateries, E , i fixada el número de dies d'autonomia, N , es pot determinar la capacitat útil del subsistema acumulador, C_u , entesa com la capacitat que s'extraurà del mateix:

:

$$C_u = E \cdot N \quad (62)$$

$$C_u = 5073,41 \cdot 3 = 15220,23Wh$$

La capacitat nominal de la bateria, C , haurà de ser més gran que l'útil, ja que aquesta ha de tenir en compte que la bateria només es descarrega fins la profunditat de descarrega establida, P_d , de manera que:

$$C = C_u / P_d \quad (63)$$

$$C = 15220,43 / 0,5 = 30440,46 \text{ Wh}$$

La capacitat nominal de la bateria sol estar referida a una temperatura de 20 o 25 °C. Si la temperatura mitja de funcionament a l'hivern és inferior als 20°C, es recomana corregir la capacitat nominal calculada anteriorment amb un factor k_t , de valor:

$$k_t = 1 - \Delta T / 160 \quad (64)$$

On

ΔT : és el numero de graus per sota dels 20°C

MES	T_{amb} (°C)
GENER	7
FEBRER	10
MARÇ	14
ABRIL	15
MAIG	21
JUNY	24
JULIOL	27
AGOST	27
SETEMBRE	23
OCTUBRE	18
NOVEMBRE	11
DESEMBRE	8

Taula 45 Temperatura ambient mitja a la localitat d'Alcampell (Font: Censolar)

La temperatura on estaran les bateries no arribaran a ser tan baixes com les que es mostren a la taula, a causa que les bateries s'instal·laran en una zona interior. Per això podem aproximar que la temperatura mínima serà de 15°C.

$$k_t = 1 - 5 / 160 = 0,9687$$

D'aquesta manera la nova capacitat nominal, C' , valdrà:

$$C' = \frac{C}{k_t} \quad (65)$$

$$C' = \frac{30440,46}{0,9687} = 31424,03Wh$$

Comercialment, els valors de capacitat d'una bateria s'expressen amb Ah, no en Wh, pel que el resultat anterior s'haurà de dividir entre la tensió nominal del sistema:

$$C' = \frac{31424,03}{48} = 654,56 Ah$$

El número de bateries que és necessari connectar en sèrie, b_s , se determina en funció de la tensió nominal del sistema, V_{ns} , i la de la bateria o element escollit, V_{nb} , en el nostre cas, utilitzarem elements de 2V d'acid-plom OPzS de la marca comercial HOPPECKE.

S'hauran de connectar 24 elements de 2v en sèrie.

Per últim, s'ha de recordar que la capacitat d'una bateria sempre va associada a un temps de descàrrega. En les instal·lacions FV autònomes, que per norma general donen autonomia d'entre 5 i 15 dies, la capacitat d'acumulació se sol referir a un temps de descàrrega de 100 o 120 hores, és a dir, C_{100} o C_{120} .

Els elements escollit, fixant-nos en el catàleg de bateries que es pot veure en l'Annex V (bateries)

24 elements 7OPzS 490 HOPPECKE $C_{20}=633,6 Ah$,

Type	$C_{20}/1.80 V$ Ah	$C_{100}/1.80 V$ Ah	$C_{120}/1.77 V$ Ah	$C_{20}/1.75 V$ Ah	$C_{20}/1.67 V$ Ah	max.* Weight kg	Weight electrolyte kg (1.24 kg/l)	max.* Length L mm	max.* Width W mm	max.* Height H mm	Fig.
7 OPzS 490	490	546	483	426	304	39.5	11.7	168	208	535	A

Taula 46 Característiques de les bateries.

2.3.5.4 Dimensionat subsistema de regulació

Per determinar les característiques elèctriques del regulador és necessari conèixer la intensitat pic generada pel camp FV, I_g , i la intensitat total de consum, I_c , i per tant, la potència demandada en corrent contínua, P_{cc} , i la potència en corrent alterna P_{ca} .

I_g es calcula a partir de la intensitat de curtcircuit del mòdul FV, escollit, I_{sc} , augmentada un 25% per tenir en compte temperatures i irradiances superiors als valors d'assaig (25°C i 1000W/m²), i com en el nostre cas, es multiplica pel número de panells o strings connectats en paral·lel m_p .

$$I_g = 1,25 \cdot m_p \cdot I_{sc} \quad (66)$$

$$I_g = 1,25 \cdot 3 \cdot 8,89 = 33,33 \text{ A}$$

En el càlcul de I_c en el nostre cas, no ens incumbeix aquesta informació, atès que no tenim càrregues amb corrent contínua i l'inversor el connectem directament a la bateria.

El regulador escollit ha de ser capaç de suportar una corrent d'entrada com a mínim de 32,5 A.

S'ha escollit un regulador de carga SMA SUNNY ISLAND de 50A.

2.3.5.5 Dimensionat del subsistema de condicionament de potència

Per determinar la potència d'entrada de l'inversor, P_i , sols cal conèixer la potència màxima demandada en corrent alterna, P_{ca} , i l'eficiència de l'inversor μ , igual a $1 - K_c$.

$$P_i = P_{ca} / (1 - K_c) \quad (67)$$

En el nostre cas, la potència de l'inversor, si ens fixéssim amb la simultaneïtat d'alguns consums, no superaria els 2Kw, però en aquest cas volem fixar la potència que sigui capaç de subministrar-nos l'inversor sigui de 4,5KW, una potència superior a la que haguem pogut considerar. D'aquesta manera, encara que no s'ha contemplat en els consums, algun cop es pot voler connectar algun aparell que tingui una potència alta i es creu que amb 4,5 KW s'equipara amb la potència que tenen actualment moltes llars.

Finalment l'inversor triat és un SUNNY ISLAND 6.0H de 4,5 KW de potència nominal.

2.3.6 Instal·lació elèctrica.

2.3.6.1 Dimensionat del cablejat elèctric

Abans de començar el dimensionat del cablejat elèctric especificarem les distàncies que hi ha entre elements de la instal·lació fotovoltaica.

TRAM	LONGITUD (M)
GENERADOR FOTOVOLTAIC-REGULADOR	7
REGULADOR-BATERIA	1
BATERIA- INVERSOR	1

Taula 47 Longituds dels trams de cablejat elèctric

El procediment de càlcul de la secció de cablejat utilitzat en els circuit és similar al d'una instal·lació elèctrica convencional, essent el criteri de partida la caiguda de tensió màxima admissible en cada circuit o el criteri de la intensitat màxima admissible (REBT IT17).

Per al càlcul de la secció amb el criteri de caiguda de tensió admissible utilitzarem l'equació (68).

$$S = \frac{2\rho IL}{\delta} \quad (68)$$

On:

S : Secció del cable amb mm^2 .

I : intensitat que passa per el conductor (A).

L : la longitud del cable amb metres.

δ : la màxima caiguda de tensió permesa (V).

ρ : resistivitat en $\Omega \frac{mm^2}{m}$.

Tota la instal·lació utilitzarà cables de coure i es realitzarà per conductors aïllats en l'interior de tubs encastrats en obra.

Calculem la resistivitat del coure a 70°C per la utilització de aïllant termoplàstic tipus PVC

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) \quad (69)$$

$$\rho_{70} = 0,018[1 + 0,00392 \cdot (70 - 20)] = 0,021 \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Les intensitats màximes admissibles seran les indicades en la taula de la norma UNE 20460-5-523.

A la taula 41 s'indiquen els valors recomanables de la caiguda de tensió admissible en cada un dels circuits de un sistema FV autònom amb acumulació.

CIRCUIT	TENSIÓ NOMINAL DEL CIRCUIT (V)	CAIGUDA DE TENSIÓ ADMESA(%)	CAIGUDA DE TENSIÓ ADMESA (V)
PANELL-REGULADOR	12	5	0,60
	24	8	1,92
	48	8	3,84
REGULADOR-BATERIA	12	0,5	0,06
	24	0,5	0,12
	48	1,5	0,72
BATERIA-INVERSOR	12	0,5	0,06
	24	1	0,24
	48	2	0,96

Taula 48: Caigudes de tensió admissibles

Regulador – bateria

En el circuit regulador-bateria es prendrà com intensitat màxima, I_{gm} , el valor de I_g calculat al dimensionar el regulador. Es recomana augmentar aquest valoren un 25% per assegurar que tant el cablejat com els elements de protecció treballin a menys del 80% de la seva capacitat, així doncs:

$$I_{gm} = 1,25I_g \quad (70)$$

$$I_{gm} = 1,25 \cdot 33,33 = 41,66 \text{ A}$$

$$S = \frac{2\rho IL}{\delta} = \frac{2 \cdot 0,021 \cdot 41,66 \cdot 2}{0,72} = 2,43 \text{ mm}^2 \rightarrow 4 \text{ mm}^2$$

*Segons la taula de la norma UNE 20460-5-523 d'intensitats admissibles per una instal·lació B1 (cables de coure en tubs en muntatges superficial) per a PVC2, una intensitat de 41,66 A és superior a la admissible per una secció de 6mm^2 que és de 36 A, la secció superior és de 10mm^2 el que ens fa augmentar la intensitat admissible fins 50A.

Panell solar – regulador

En el circuit regulador-bateria es prendrà com intensitat màxima, I_{gm} , el valor de I_g calculat al dimensionar el regulador. Es recomana augmentar aquest valoren un 25% per assegurar que tant el cablejat com els elements de protecció treballen a menys del 80% de la seva capacitat, així doncs:

$$I_{gm} = 1,25$$

$$I_{gm} = 1,25 \cdot 33,33 = 41,66 \text{ A}$$

Aquesta intensitat serà

$$S = \frac{2\rho IL}{\delta} = \frac{2 \cdot 0,021 \cdot 41,66 \cdot 7}{3,67} = 3,33 \text{ mm}^2 \rightarrow 4\text{mm}^2$$

En aquest cas es contempla l'opció de fer la connexió en paral·lel a la vora del regulador amb una caixa d'embornats, d'aquesta manera si que hauríem de passar 3 línies, però la secció d'aquestes seria inferior, igual que la intensitat, a continuació es calcula:

$$I_{gm} = 13,88$$

$$S = \frac{2\rho IL}{\delta} = \frac{2 \cdot 0,021 \cdot 13,88 \cdot 7}{0,72} = 5,66 \text{ mm}^2 \rightarrow 6\text{mm}^2$$

Es valorar segons el preu del cable quina és la millor opció.

*Segons la taula de la norma UNE 20460-5-523 d'intensitats admissibles per una instal·lació B1 (cables de coure en tubs en muntatges superficial) per a PVC2, una intensitat de 41,66 A és superior a l'admissible per una secció de 6mm^2 que és de 36 A, la secció superior és de 10mm^2 el que ens fa augmentar la intensitat admissible fins 50A.

Bateria-Inversor

En el circuit bateria-inversor, la intensitat màxima, I_{bm} , serà funció de la potència màxima en alterna, P_{ca} , la tensió del sistema, V_{ns} , i l'eficiència de l'inversor, $1-K_c$, segons l'equació (71).

$$I_{bm} = 1,25 P_{ca} / [V_{ns}(1 - K_c)] \quad (71)$$

El factor 1.25 té en compte allò dit anteriorment sobre la capacitat del cablejat.

$$I_{bm} = 1,25 \cdot \frac{4500}{[48(1 - 0,03)]} = 120,81 \text{ A}$$

$$S = \frac{2\rho IL}{\delta} = \frac{2 \cdot 0,021 \cdot 120,81 \cdot 1}{0,96} = 5,28 \text{ mm}^2 \rightarrow 6 \text{ mm}^2$$

*Segons la taula de la norma UNE 20460-5-523 de intensitats admissibles per una instal·lació B1 (cables de coure aïllats en el interior de tubs encastat) per a PVC2, una intensitat de 120,81 A és superior a l'admissible per una secció de 6 mm^2 que és de 36 A, la secció superior que suporta com a mínim aquesta intensitat es de 50 mm^2 que arriba a suportar fins 125 A.

En la *taula 49* es mostren les seccions de cablejat del diferents circuits:

TRAMS	V	ΔV (%)	ΔV (V)	L (m)	I (A)	S NOMINAL mm^2
PANEL·REGULADOR	73,4	8	3,67	7	41,66	10
REGULADOR-BATERIA	48	1,5	0,72	1	41,66	10
BATERIA- INVERSOR	48	2	0,96	1	120,81	50

Taula 49 Seccions de cablejat dels diferents trams del circuit

2.3.6.1 Càlcul de les proteccions

Com a proteccions utilitzarem fusibles en la part de corrent contínua i interruptor magnetotèrmics i diferencial per la part de corrent alterna.

En la ITC-BT-22 es detalla la protecció contra sobreintensitats en les instal·lacions de baixa tensió. S'escollirà com a protecció un fusible del tipus gG, és a dir un cartutx fusible d'ús general limitador de corrent, el qual és capaç d'interrompre totes les corrents des

de la seva intensitat assignada I_n fins el seu poder de tall assignat. Serveixen per a sobrecàrregues i curtcircuits. En la norma UNE-60269 s'indica que un fusible amb corba de fusió tipus gG:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (72)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad (73)$$

On

I_b és l'intensitat del circuit segons la previsió de cargues.

I_n és l'intensitat nominal del circuit de protecció (el calibre assignat).

I_2 és la intensitat que assegura el funcionament efectiu del dispositiu de protecció. En fusibles és la intensitat de fusió I_f , en 5 seg.

I_z és la intensitat màxima admissible del conductor

En fusibles es compleix que $I_2 = I_f$ i en aquest cas $I_f = 1,60 I_n$

Per tant :

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 I_z$$

TRAM	I_b	I_n (ASSIGNAT)	$0,9 I_z$
PANEL-REGULADOR	41,66	45 A	$0,9 \cdot 50 = 45$
REGULADOR-BATERIA	41,66	45 A	$0,9 \cdot 50 = 45$
BATERIA-INVERSOR augmentem la secció a 70mm^2	120,81	(no compleix) 125A	$0,9 \cdot 125 = 112,5$ $0,9 \cdot 160 =$

Taula 50 Elecció de la intensitat de tall del fusible

2.3.7 Càlcul de la cobertura de la instal·lació fotovoltaica

Com a comprovació del funcionament adequat de la instal·lació, calcularem el factor d'utilització o cobertura solar diari de cada mes. Aquest factor és la relació entre l'energia fotovoltaica disponible i la consumida, calculat a través de l'equació (74).

$$F = \frac{\text{Energia disponible}}{\text{Energia consumida}} = \frac{W_p \cdot R \cdot HPS \cdot 0,9 \cdot R_{regulador}}{E} \quad (74)$$

On:

W_p : la potència pic instal·lada = 1,8 KW.

R : pèrdues en el rendiment global.

$R_{regulador}$: rendiment del regulador.

E : energia demandada de consum = 4008 Wh.

0,9 és un factor de correcció de l'energia solar incident

	HSP	$E_{produïda}$	f
GENER	3,31	4121,7	1,03
FEBRER	4,96	6176,4	1,54
MARÇ	6,13	7633,3	1,90
ABRIL	6,25	7782,5	1,94
MAIG	6,42	7994,7	1,99
JUNY	6,79	8455,7	2,11
JULIOL	7,06	8791,2	2,19
AGOST	6,84	8517,4	2,13
SETEMBRE	6,45	8031,3	2,00
OCTUBRE	5,22	6500,9	1,62
NOVEMBRE	3,98	4956,9	1,24
DESEMBRE	3,13	3897,1	0,97

Taula 51 Cobertura de la Instal·lació

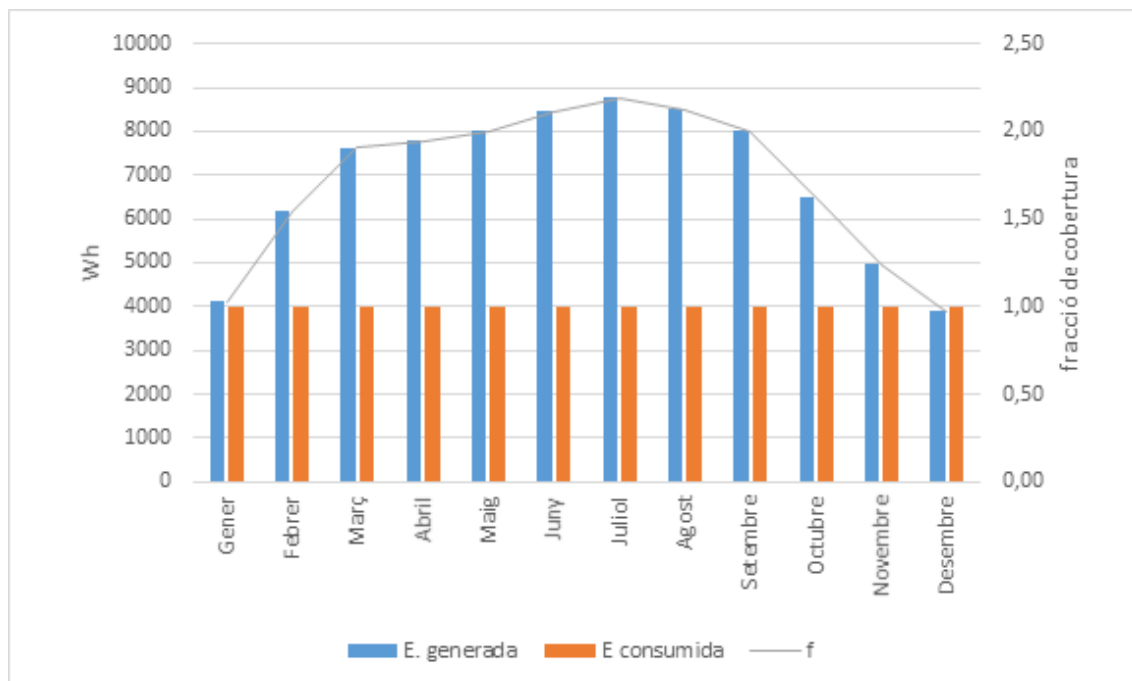


Figura 71 Gràfic de la energia produïda, energia consumida i la fracció de cobertura

2.4 Annex 4 : Càlcul de la Viabilitat econòmica i anàlisi ambiental

2.4.1 Càlcul de la viabilitat econòmica

La viabilitat econòmica del sistema solar s'obté a través del càlcul de l'estalvi econòmic a llarg de la vida útil (LCS, life cycle saving), i per això, s'ha de calcular el període d'amortització i el cost mig de l'energia per un temps de vida determinat.

Període de retorn

El període de retorn (N) es pot definir com el temps necessari perquè l'estalvi de combustible acumulat sigui igual a la inversió total inicial del sistema. Considerant que el pagament del combustible es realitza al final de cada any, el període d'amortització es pot calcular a partir de l'equació (75) [Duffie, J.A. y Beckman, W.A., 1991].

$$C_{inv} = Q_{estalvi} \cdot c_{combustible_{1any}} \cdot \frac{1}{(d-i)} \cdot \left[1 - \left(\frac{1+i}{1+d} \right)^N \right] \quad (75)$$

On:

C_{inv} cost de la inversió inicial instal·lació (€).

$Q_{estalvi}$: energia estalviada anualment (KJ/any).

$c_{combustible_{1any}}$: cost de l'energia de recollament convencional per unitat d'energia el primer any (€/KJ).

d : preu mig del diner (%).

i : taxa mitja d'inflació (%).

N: període d'amortització (anys).

El cost de la inversió inicial s'obté de l'apartat 7 Pressupost.

2.4.1.1. Solar tèrmica

Per a l'estudi dels costos i estalvi d'energia, s'ha de definir la font d'energia convencional, que es considera com a part del sistema de recolzament. En aquest cas s'assumeix que s'utilitza gas butà.

El calor obtingut al utilitzar gas, Q_{aux} per un any es calcula a partir de l'equació (76).

$$Q_{aux} = \frac{Q_{carga}(1 - f_{anual})}{\eta_{quemador}} \quad (76)$$

La energia que s'estalvia anualment amb el sistema solar es:

$$Q_{estalvi} = \frac{Q_{carga} \cdot f_{anual}}{\eta_{quemador}} \quad (77)$$

On:

f_{anual} : és la fracció anual de cobertura, *calculat en apartat 2.1.4*

$\eta_{quemador}$: és el rendiment del dispositiu de recollament

Q_{carga} : és l'energia tèrmica necessària per l'escalfament de l'aigua durant tot l'any calculat en l'apartat 1.7.3.2

El paràmetre que falta per definir per obtenir el període de retorn, N, és el cost de l'energia de recolzament per al primer any, $c_{combustible_{1any}}$, així com l'índex d'interès d, i la inflació, i,. Es considera com l'energia de recolzament el gas butà.

$c_{combustible_{1any}}$ (€/kJ)	D (PREU MIG DEL DINER,%)	I (TAXA MITJA INFLACIÓ, %)	VIDA ÚTIL INSTAL·LACIÓ (anys)	$\eta_{quemador}$	f_{anual}
$2,68 \cdot 10^{-5}$	4	2	20	0,88	0,85

Taula 52 Variables utilitzades en càlcul de la rendibilitat de la instal·lació (font: IDAE)

Amb els valors de la *taula 52* i les equacions (75), (76) i (77), podem calcular el període de retorn.

C_{inv} (€ IVA INCLÒS)	Q_{carga} (MJ/ANY)	Q_{aux} (MJ/ANY)	$Q_{estalvi}$ (MJ/ANY)	N (anys)
1757	5340,46	910,22	5158,39	15 anys

Taula 53 Amortització de la instal·lació solar tèrmica.

* En el cost d'inversió no s'ha contemplat el cost del acumulador, ja que és un element necessari en qualsevol sistema.

El període d'amortització de la instal·lació és de 15 anys

Cost mig de l'energia

El cos mig de l'energia (\bar{C}_{total}) per a un sistema amb un temps de vida determinat, N_p , es defineix com el cost de la unitat d'energia obtinguda amb el sistema. Aquest cost ve donat per l'equació (78).

$$\bar{C}_{total} = \frac{C_{inv} + C_{gas,Np}}{E_{total,Np}} \quad (78)$$

On:

N_p : temps de vida útil del sistema (anys)

$C_{gas,Np}$: cost del gest durant el període N_p (€)

$E_{total,Np}$: energia útil obtinguda pel sistema N_p , depenent de la càrrega tèrmica, Q_{carga} (kJ) i N_p

Les expressions utilitzades per determinar cada un dels paràmetres anteriors es detallen a continuació:

$$E_{total,Np} = Q_{carga} \cdot N_p \quad (79)$$

$$C_{gas,Np} = C_{gas,N1} \cdot \frac{1}{(d-i)} \cdot \left[1 - \left(\frac{1+i}{1+d} \right)^{Np} \right] \quad (80)$$

On $C_{gas,N1}$ es el cost del gas en el primer any i que s'obté a partir de la següent expressió

$$C_{gas,N1} = Q_{gas} \cdot c_{gas,1any} \quad (81)$$

$C_{gas,N1}$ (€/any)	$C_{gas,20}$ (€)	$E_{total,20}$ (kJ)	$\bar{C}_{total,20}$ (€/kJ)
24,39	392,47	$1,068 \cdot 10^8$	$2,01 \cdot 10^{-5}$

Taula 54 Càlcul del cost unitari de l'energia solar tèrmica

2.4.1.2 Solar fotovoltaica

Per a l'estudi dels costos i estalvi d'energia, s'ha de definir la font d'energia convencional que es considera com a part del sistema de recolzament. En aquest cas s'assumeix que s'utilitza un grup generador.

L'energia que s'estalvia anualment amb el sistema solar és el total de l'energia consumida.

$$Q_{estalvi} = \frac{Q_{consumida}}{\eta_{generador}} \quad (82)$$

On:

$\eta_{generador}$: és el rendiment del dispositiu auxiliar

$Q_{consumida}$: és l'energia elèctrica consumida per l'habitatge. *Calculat apartat 1.7.5*

El paràmetre que falta per definir i per obtenir el període de retorn, N, és el cost de l'energia de recolzament per al primer any, $c_{combustible_{1any}}$, així com l'índex d'interès d, i la inflació, i. Es considera com l'energia de recolzament el gas butà

$c_{combustible_{1any}}$ (€/KWh)	D (PREU MIG DEL DINER, %)	I (TASSA MITJA INFLACIÓ, %)	VIDA ÚTIL INSTAL·LACIÓ (anys)	$\eta_{generador}$
0,1655	4	2	25	0,38

Taula 55 Variables utilitzades en càlcul de la rendibilitat de la instal·lació (font: IDAE)

Amb els valors de la *taula 55* i les *equacions (75) i (82)*, podem calcular el període de retorn.

C_{inv} (€ IVA INCLÒS)	$Q_{estalvi}$ (KWh/any)	N ANYS
12501,99	3928,73	25 anys

Taula 56 Càlcul del cost unitari del l'energia solar tèrmica

El període d'amortització de la instal·lació és de 25 anys

Cost mig de l'energia

Utilitzarem el que es diu LCOE que es defineix com el cost teòric de generar energia elèctrica, en aquest valor és te en compte el preu del manteniment, que en el cost de l'amortització no s'ha tingut en compte.

$$LCOE = \frac{I_t + \sum_{t=1}^n \frac{M_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}} \quad (83)$$

On:

T : és la vida útil estimada de la instal·lació.

I : és la inversió inicial.

M_t : és el cost d'operació i manteniment.

E_t : és l'energia generada durant la vida del sistema (en el cas d'instal·lacions aïllades es l'energia consumida en l'habitatge).

r : és la taxa de descompte.

Cost del Kwh consumit.

E_t : Es l'energia generada durant la vida del sistema (en el cas d'instal·lacions aïllades es l'energia consumida en l'habitatge).

INVERSIÓ (€)	C. MANTENIMENT (€/any)	ENERGIA CONSUMIDA (KWh/any)	TAXA DE DESCOMPTE R	VIDA ÚTIL (anys)
12501,99	50	1462,92	0,04	25

Taula 57 Variables per al càlcul del LCOE

$$LCOE = 0,5812 \text{ €/kwh}$$

Cost del Kwh produït

INVERSIÓ (€)	C. MANTENIMENT (€/any)	ENERGIA CONSUMIDA (KWh/any)	TAXA DE DESCOMPTE R	VIDA UTIL (anys)
12501,99	50	2514,34	0,04	25

$$LCOE = 0,33 \text{ €/kwh}$$

2.5 Annex 5: Documentació tècnica

2.5.1 Instal·lació solar tèrmica

2.5.1.1 Captador solar

SACLIMA

CAPTADOR MODELO E-21

El captador solar plano SACLIMA modelo "E-21", es un captador adaptado para todos los climas. Es robusto y duradero. Probado y garantizado en las condiciones extremas de la norma EN 12975.

Con una superficie total de 2.07 m², una superficie de apertura de 1.92 m² y un rendimiento de 0.785, el captador E-21 es capaz de adaptarse a cualquier aplicación, instalación, y zona climática.

Con un peso en vacío de 37.2 Kg y unas dimensiones de 1988 x 1041 x 90 mm lo convierten en un captador ligero y manejable.

Perfilería de aluminio anodizado, vidrio de bajo contenido en hierro y junta EPDM garantizando la estanqueidad del captador, le confieren a los captadores una larga duración. Garantía de los captadores 10 AÑOS.

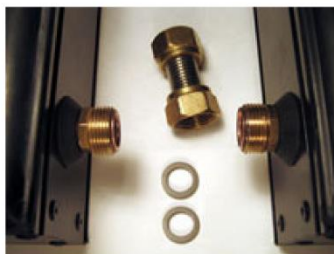
El material del absorbedor con recubrimiento Almeco-Tinox, actúa como una superficie altamente selectiva optimizado para transformar prácticamente toda la radiación solar incidente en calor y evitar que éste una vez generado se pierda en forma de radiación infrarroja. El fluido caloportador circula a través de tubos de cobre, los cuales están soldados al absorbedor por soldadura laser, capturando todo el calor. El absorbedor esta cubierto por el cuerpo del colector el cual esta bien aislado para resistir altas temperaturas. El aislante lana de roca puede soportar alto nivel de temperaturas.

Uniones metálica flexibles

Un innovador sistema de conexiones facilita la instalación y la unión de los captadores. Esta conexión flexible de los captadores facilita la instalación y le permite sencillamente conectarlos hasta baterías de diez colectores en paralelo. Se fabrican en acero inoxidable flexibles de forma que se garantiza la estanqueidad y la absorción de las dilataciones térmicas del conjunto.

La carcasa del colector presenta en la parte posterior unos agujeros de ventilación para prevenir condensaciones que puedan ocurrir dentro del colector.

El montaje del colector en vertical: integrado, cubierta plana e inclinada.



CAPTADOR MODELO E-21

SACLIMA

CAPTADOR SOLAR PLANO SACLIMA MODELO E-21

Dimensiones	mm	1988x1041x90
Peso en Vacío	Kg	37,2
Capacidad primario	Lit.	1,7

CARCASA

Material Aluminio 6603-60 (AlMgSiO5) según norma EN 12975-1-2

ABSORBEDOR

Tipo		Parrilla de tubos
Material tubo/ aleta		Cobre
∅ Colector sup. / inf.	mm	18/22/24
Presión máxima	bar	10
Acabado absorbedor		Almeco-Tinox
Área total	m ²	2,07
Área de apertura	m ²	1,92
Caudal recomendado	Lit/hm ²	50-60
Pérdida de carga	mm.c.a	16 (Tª amb. y 2 l/min)
Espesor	mm	0.40
Absorbancia	%	95
Reflectancia	%	3
Soldadura		Láser

AISLAMIENTO

Material		Lana de roca
Espesor	mm	40
Conductividad Térmica	W/(mK)	0,037

RACORES UNIÓN

Tipo		Flexible metálica en acero inoxidable
Diámetro ext. unión	mm	18-22-24
Longitud unión	mm	40
Distancia entre captadores	mm	66

CRISTAL

Tipo		Vidrio templado bajo en hierro
Espesor	mm	0,4
Transmitancia del vidrio	%	91

RENDIMIENTO

Norma		UNE EN 12975
Rendim. Óptico		0,785
a ₀	W/m ² °C	3.722
a ₁		0,012
Tª de estancamiento	°C	203
Contraseña de certificación		NPS-25112



Ensayado y testado por el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial INTA

2.5.1.2 Acumulador Solar

Logalux ER / ER W



Interacumuladores de agua caliente sanitaria Logalux ER (75/300 litros)

- Interacumuladores vitrificados de un serpentín para producción de ACS.
- Vitrificado de alta calidad que permite almacenamiento continuo de agua a 95 C.
- Superficie de serpentín sobredimensionada, ideal para trabajar en sistemas de baja temperatura (solar térmica, bombas de calor).
- Gran relación altura/diámetro que favorece la estratificación, aumentando el rendimiento del depósito.
- Montaje en vertical.
- Fabricados conforme a la norma DIN 4753.
- Disponibles en dos colores, azul y blanco.

Logalux ER / ER W

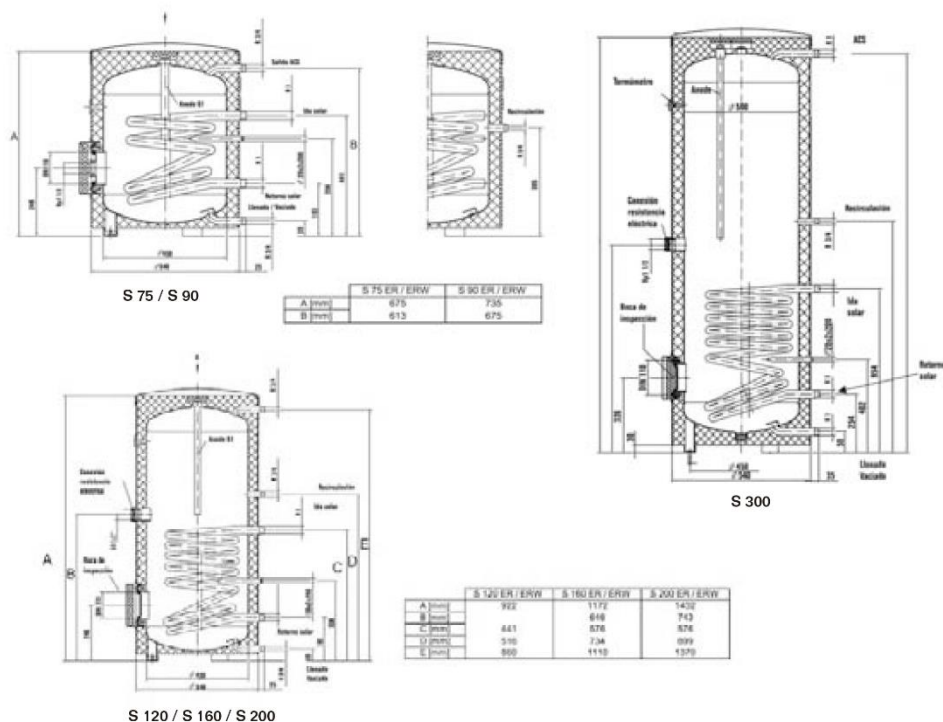
Acumulador	Modelo	Capacidad [l]	Peso* [kg]	Diám. Ø [mm]	Alto [mm]	Referencias	Precios [€]
Logalux ER Acumulador de A.C.S. vertical color azul	75	77	27	540	675	8718540005	535
	90	86	29		735	8718540006	545
	120	115	34		922	8718540007	565
	160	152	46		1172	8718540008	600
	200	192	53		1432	8718540009	715
	300	294	88	600	1794	8718540010	1.060
Logalux ER W Acumulador de A.C.S. vertical color blanco	75	77	27	540	675	8718540016	535
	90	86	29		735	8718540017	545
	120	115	34		922	8718540018	565
	160	152	46		1172	8718540019	600
	200	192	53		1432	8718540020	715
	300	294	88	600	1794	8718540021	1.060

* Peso sin embalaje.

Interacumuladores de agua caliente sanitaria Logalux ER (75/300 litros)

Logalux ER / ER W

Datos técnicos Logalux Serie ER / ER W



TiPos	S 75 ER S 75 ERW	S 90 ER S 90 ERW	S 120 ER S 120 ERW	S 160 ER S 160 ERW	S 200 ER S 200 ERW	S 300 ER S 300 ERW
Capacidad del acumulador	77	86	115	151,5	195	294
Contenido del intercambiador	2,8	2,8	2,8	4,9	4,9	6,46
Potencia de mantenimiento ⁽¹⁾	1,11	1,3	1,5	1,68	2,3	2,1
Presión máx. del agua de calefacción / agua sanitaria	10 / 10	10 / 10	10 / 10	10 / 10	10 / 10	10 / 10
Temp. máx. del agua de calefacción / agua sanitaria	110 / 95	110 / 95	110 / 95	110 / 95	110 / 95	110 / 95
Índice de demanda NL a 60°C	0,8	1	1,2	2,4	4	8,2
Caudal continuo a 45°C	274	274	274	473	473	631
Potencia de funcionamiento a caudal continuo a 45°C	11,2	11,2	11,2	19,3	19,3	25,8
Caudal continuo a 60°C	143	143	143	245	245	330
Potencia de funcionamiento a caudal continuo a 60°C	8,4	8,4	8,4	14,4	14,4	19,4
Caudal de agua de primario	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Pérdidas de carga ⁽²⁾	12	12	12	21	21	28
Peso (con/sin embalaje)	37 / 32	39 / 37	44 / 42	56 / 54	63 / 67	98 / 97
Superficie de intercambiador	0,4	0,4	0,4	0,7	0,7	0,9

(1) en 24 horas; con una temperatura del agua del acumulador de 60°C.
Entrada de agua fría: 10°C. Temperatura del agua de calefacción: 80°C.
W: Color blanco del acumulador.
(2) Para un caudal de 2m³/h

2.5.1.3 Grupo de bombeig

FlowSol® B/B HE

RESOL®

Manual para el instalador
especializado

Instalación
Funcionamiento
Puesta en marcha



Gracias por comprar este producto RESOL.
 Lea detenidamente este manual para obtener las máximas prestaciones de esta unidad.
 Conserve este manual cuidadosamente.



FlowSol® B/B HE

Datos técnicos

Bomba de circulación:

FlowSol® B: Wilo Star ST 15/6 ECO o 15/7 ECO

FlowSol® B HE: Wilo Yonos Para 15/1-7 PWM2

Válvula de seguridad: 6 bar

Manómetro: 0 ... 10 bar

Caudalímetro: 1 ... 13 l/min

Válvulas de retención: presión de apertura de 20 mbar, desbloqueables

Conexión para el vaso de expansión de membrana: rosca exterior 3/4", junta plana

Salida de la válvula de seguridad: rosca interior 3/4"

Conexiones para las tuberías: rosca interior 3/4"

Máxima temperatura admisible (avance/retorno): 120 °C/95 °C

Máxima presión admisible: 6 bar

Fluido: agua con máx. 50 % de propilenglicol

Dimensiones:

aprox. 481 x 320 x 190 mm (con aislante)

Distancia entre ejes: 100 mm

Distancia eje - pared: 67 mm

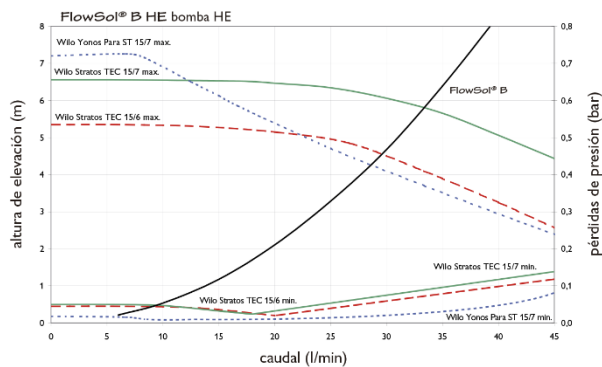
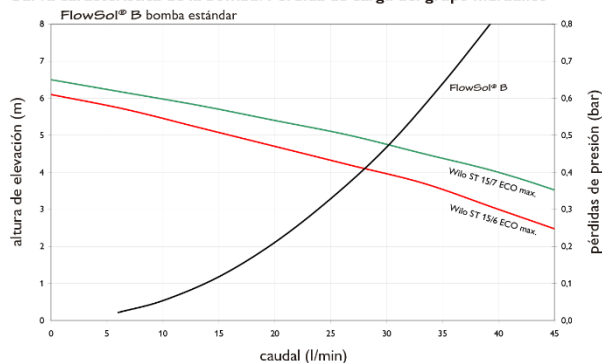
Material:

Valvulería: latón

Juntas: AFM 34

Aislamiento: espuma de EPP

Curva característica de la bomba/Pérdida de carga del grupo hidráulico



2.5.1.4 Vas d'expansió

<< Volver al INDICE

VASOS DE EXPANSIÓN



Vasos de agua caliente sanitaria HYDRO-PRO

Vasos para aplicaciones de A.C.S. desde 2 a 600 litros.

Descripción

- Los vasos de expansión HYDRO-PRO, con su diseño compacto y el funcionamiento óptimo de la membrana no favorece el crecimiento bacteriano.
- Además está homologado a nivel internacional para el uso con agua potable y está disponible en una amplia gama de modelos, con una capacidad desde 2 hasta 600 litros.

Condiciones de trabajo

- Presión máx. ejercicio: 10 bar
- Temperatura de ejercicio: $-10 + 99^{\circ}\text{C}$
- Precarga en fábrica 2 litros: 3,5 bar
- Precarga en fábrica 5+8 litros: 3 bar
- Precarga en fábrica 12+600 litros: 2 bar

Descripción de los materiales

- Cuerpo: Acero al Carbono (con revestimiento interno para uso alimentario)
- Racores: Acero al Carbono (con revestimiento interno para uso alimentario)
- Membrana interna: Butilo (para uso alimentario)
- Color: Azul

Características técnicas

- Válvula de precarga con protección.
- Recipiente de acero al carbono para una larga vida.
- El sistema exclusivo de soldadura MIG elimina cualquier borde o perfil cortante en el interior del vaso y evita daños a la membrana y al revestimiento interior.
- Cámara presurizada.
- Membrana de butilo para aislar el agua del aire.
- Recubrimiento epoxi interno exclusivo para evitar la corrosión.
- Pintura epoxi-poliéster exterior para prevenir la oxidación. Accesorios de acero.



Código	Modelo	Capacidad (litros)	Ø diámetro ext. (mm)	H altura (mm)	Conexión	P.V.P./€
VZ-0101	HYDRO-PRO 2	2	142	196	½" M	25,66
VZ-0102	HYDRO-PRO 5	5	160	270	¾" M	27,50
VZ-0103	HYDRO-PRO 8	8	200	280	¾" M	33,32
VZ-0104	HYDRO-PRO 12	12	270	264	¾" M	38,18
VZ-0105	HYDRO-PRO 18	18	270	349	¾" M	43,76
VZ-0106	HYDRO-PRO 24	24	300	333	1" M	51,18
VZ-0107	HYDRO-PRO 35	35	380	370	1" M	122,74
VZ-0108	HYDRO-PRO 50	50	380	505	1" M	133,84
VZ-0109	HYDRO-PRO 80	80	450	608	1" M	174,36
VZ-0110	HYDRO-PRO 105	105	500	665	1 ¼" M	297,88
VZ-0111	HYDRO-PRO 150	150	500	897	1 ¼" M	413,22
VZ-0112	HYDRO-PRO 200	200	600	812	1 ¼" M	484,38
VZ-0113	HYDRO-PRO 250	250	630	957	1 ¼" M	568,38
VZ-0114	HYDRO-PRO 300	300	630	1105	1 ¼" M	667,92
VZ-0115	HYDRO-PRO 400	400	630	1450	1 ¼" M	772,18
VZ-0116	HYDRO-PRO 500	500	750	1340	1 ¼" M	896,00
VZ-0117	HYDRO-PRO 600	600	750	1550	1 ¼" M	1.033,44

2.5.1.5 Dissipador de calor

Termocan



ACCESORIOS **Termocan**

CATÁLOGO DE PRODUCTOS 2011

Disipadores pasivos de calor para equipos e instalaciones

Sistema de disipación de calor por gravedad según EN 12828. Protege la instalación solar contra sobrecalentamientos debidos a baja demanda energética y corte de flujo eléctrico. Incluye kit de montaje completo.

Descripción
DISIPADOR DE CALOR PARA 1 CAPTADOR GAMA A Potencia de disipación: 758 W
DISIPADOR DE CALOR PARA BATERÍA DE 2 CAPT. GAMA A Potencia de disipación: 1.260 W
DISIPADOR DE CALOR PARA BATERÍA DE 3 CAPT. GAMA A Potencia de disipación: 2.000 W
DISIPADOR DE CALOR PARA BATERÍA DE 4 CAPT. GAMA A Potencia de disipación: 3.000 W
DISIPADOR DE CALOR PARA BATERÍA DE 5-6 CAPT. GAMA A Potencia de disipación: 4.000 W



2.5.1.6 Sistema de control

DeltaSol® E

RESOL®
TECNOLOGÍA DE CONTROL



rosenthal design

¡Regulador de
sistema para
4 circuitos de
calefacción!

¡Indicado también para bombas
de alta eficiencia!

El DeltaSol® E ofrece numerosas posibilidades de uso en sistemas de energía solar y de calefacción.

El regulador integra un contador de energía y ofrece la posibilidad de controlar sistemas complejos equipados con máximo 4 circuitos de calefacción controlados en función de la temperatura. Garantiza una configuración simple e inteligente del sistema.

- 10 entradas de sonda y 7 salidas de relé
- 7 sistemas básicos a elegir
- Control de velocidad, contador de horas de funcionamiento solar y balance térmico
- Contador de energía integrado
- Control de 4 circuitos de calefacción sensibles a la temperatura exterior mediante un HKM3
- 3 salidas PWM para el manejo y el control de velocidad de las bombas de alta eficiencia
- Control de funcionamiento
- Visualización a través del Display SDFK
- Función de secado pavimento

RESOL DeltaSol® E

Grupo de precios A | Ref: 115 661 25

RESOL DeltaSol® E – versión completa

Incluidas 6 sondas Pt1000 (2 x FKP6, 4 x FRP6)

Grupo de precios A | Ref: 115 661 35



RESOL DeltaSol® E

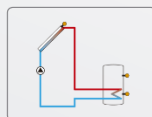
– versión completa con el SD3

Se incluyen el SD3 y 6 sondas Pt1000 (2 x FKP6, 4 x FRP6)

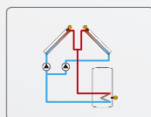
Grupo de precios A | Ref: 115 662 85

Impresiones personalizadas y versiones OEM bajo pedido. Contacte con nuestro Departamento de ventas.

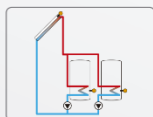
Sistemas básicos



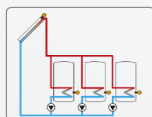
Sistema de energía solar con 1 acumulador



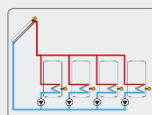
Sistema de energía solar con 1 acumulador y captadores este/oeste, funcionamiento por bomba



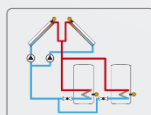
Sistema de energía solar con 2 acumuladores, funcionamiento por bomba



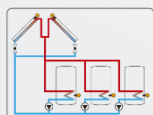
Sistema de energía solar con 3 acumuladores, funcionamiento por bomba



Sistema de energía solar con 4 acumuladores, funcionamiento por bomba

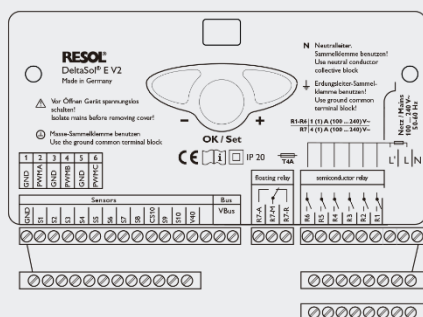


Sistema de energía solar con 2 acumuladores y captadores este/oeste, funcionamiento por bomba/válvula



Sistema de energía solar con 3 acumuladores y captadores este/oeste, funcionamiento por bomba/válvula

Conexión eléctrica



Accesorios



RESOL Smart Display SDFK

Panel indicador, con 3 pantallas para visualizar la temperatura de la caldera de biomasa y del acumulador, así como el estado de funcionamiento de la bomba

Grupo de precios A | Ref: 180 010 80



RESOL HKM3

Módulo de extensión de circuito de calefacción

Grupo de precios A | Ref: 145 440 60



RESOL Datalogger DL2

Datalogger con CD RESOL Service, tarjeta SD y cable de alimentación incluidos; fuente de alimentación y cable VBus® preconnectados

Grupo de precios A | Ref: 180 007 10



RESOL AM1

Módulo de alarma para señalar fallos en el sistema

Grupo de precios B | Ref: 180 008 70

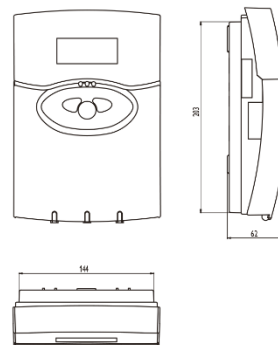


RESOL SP10

Protección contra sobretensiones para sondas

Grupo de precios A | Ref: 180 110 70

Datos técnicos



Entradas: 10 sondas Pt1000, CS10, V40

Salidas: 6 relés semiconductores, 3 de los cuales para el control de velocidad, 1 relé sin potencial y 3 salidas PWM (se pueden convertir en señales de 0-10 V)

Potencia de salida:

1 (1) A 240 V~ (relé semiconductor)

4 (1) A 24 V~ / 240 V~ (relé sin potencial)

Potencia total de salida: 4 A 240 V~

Alimentación: 100 ... 240 V~ (50 ... 60 Hz)

Tipo de conexión: Y

Consumo en modo de espera: < 1,6 W

Funcionamiento: tipo 1.B.C.Y

Ratio de sobretensión transitoria: 2,5 kV

Interfaz de datos: VBus® de RESOL

Transmisión de corriente VBus®: 35 mA

Funciones: apoyo a la calefacción, intercambio térmico, calentamiento termostático auxiliar, caldera de biomasa, balance térmico, refrigeración de captadores, captador de tubos de vacío, antihielo, limitación mínima de temperatura control de velocidad y control de funcionamiento

Carcasa: de plástico, PC-ABS y PMMA

Montaje: sobre pared o en cuadro de conexiones

Visualización/Pantalla: pantalla LC luminosa de 4 líneas, con menú en varios idiomas

Manejo: con las tres teclas frontales

Tipo de protección: IP 20/IEC 60529

Categoría de protección: II

Temperatura ambiente: 0 ... 40 °C

Índice de contaminación: 2

Dimensiones: 227 x 156 x 62 mm

2.5.1.7 Canonades

SANCO®

Tubo de cobre SANCO

Un concepto claro y unas soluciones eficaces convierten a SANCO en el tubo de cobre para todos los ámbitos de aplicación en el sector del equipamiento técnico para edificios. La capacidad técnica del producto, es decir, gracias al método de fabricación patentado los tubos SANCO son mejores que lo prescrito por las normas y las regulaciones. El resultado son una eficaz seguridad operativa y una vida útil insuperable. El tubo de instalación universal está sujeto a un control continuo de calidad y está siempre disponible en toda la gama de medidas desde 6 x 1 hasta 267 x 3 mm.

Los tubos SANCO son tubos de instalación trefilados, sin soldadura, que están compuestos por cobre puro Cu-DHP sin oxígeno. Su calidad supera los actuales estándares vigentes.



Ámbitos de aplicación:

- Aparatos sanitarios
- Calefacción
- Gas
- Gas líquido
- Aceite combustible
- Instalaciones solares
- Aguas pluviales
- Aire comprimido
- Sistemas de rociadores
- Tuberías de agua para la extinción de incendios

Los tubos SANCO aportan todas las ventajas de las tuberías de cobre y además suponen un plus de seguridad.



Características técnicas:


- Método de fabricación patentado: por eso los tubos SANCO son considerados mejores que lo prescrito por normas y regulaciones
- Ejecución de tubo según UNE EN 1057, calidad garantizada
- Fabricado de cobre puro Cu-DHP
- Uso universal con serie de medidas escalonada con precisión
- Buena disponibilidad y compatibilidad con racores más diversos
- Temperatura de servicio máxima: 250 °C (adaptar presión de servicio permitida con temperaturas permanentes superiores a 120 °C)
- Reacción al fuego: DIN 4102 - A1 (no inflamable)
- Declaración de producto ecológico según ISO 14025

SANCO®

Tubo SANCO en aros de 50 m y 25 m

- Consistencia: **suave R220**
- embalado en plástico

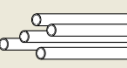


	Núm. de artículo	Forma de suministro Aros 50 m / 25 m	Presión de servicio permitida* bar	Peso kg/m	Contenido de agua l/m	Longitud del tubo por litro m/l
6 x 1	434606100	•	229	0,140	0,013	79,58
8 x 1	434608100	•	163	0,196	0,028	35,37
10 x 1	434610100	•	127	0,252	0,050	19,89
12 x 1	434612100	•	104	0,308	0,079	12,73
14 x 1	434614100	•	88	0,363	0,113	8,84
15 x 1	434615100	•	82	0,391	0,133	7,53
18 x 1	434618100	•	67	0,475	0,201	4,97
22 x 1	431600700	•	54	0,587	0,314	3,18

Tubo SANCO en barras

- Consistencia: **duro R290 y semiduro R250**
- en longitudes de 5 m



	Núm. de artículo	Forma de suministro Barras	Presión de servicio permitida* bar	Peso kg/m	Contenido de agua l/m	Longitud del tubo por litro m/l
6 x 1	431800100	•	229	0,140	0,013	79,58
8 x 1	431800200	•	163	0,196	0,028	35,37
10 x 1	433410100	•	127	0,252	0,050	19,89
12 x 1	433612100	•	104	0,308	0,079	12,73
14 x 1	433414100	•	88	0,363	0,113	8,84
15 x 1	433415100	•	82	0,391	0,133	7,53
15 x 1,5	431800700	•	127	0,566	0,113	8,84
18 x 1	433618100	•	67	0,475	0,201	4,97
18 x 1,5	431800900	•	104	0,692	0,177	5,66
22 x 1	433422100	•	54	0,587	0,314	3,18
22 x 1,5	431801100	•	84	0,860	0,284	3,53
28 x 1	433428100	•	42	0,755	0,531	1,88
28 x 1,5	431802100	•	65	1,111	0,491	2,04
35 x 1	433435100	•	34	0,951	0,855	1,17
35 x 1,5	431801500	•	51	1,410	0,804	1,24
42 x 1	433442100	•	28	1,146	1,257	0,80
42 x 1,5	431801700	•	42	1,700	1,195	0,84
54 x 1,2	433454120	•	26	1,772	2,091	0,48
54 x 1,5	433454150	•	33	2,202	2,043	0,49
54 x 2	431802000	•	44	2,910	1,963	0,51
64 x 2	431802100	•	37	3,467	2,827	0,35
76,1 x 2	431804100	•	31	4,144	4,083	0,24
88,9 x 2	431804200	•	26	4,859	5,661	0,18
108 x 2,5	431804300	•	27	7,374	8,332	0,12
133 x 3	431804500	•	26	10,904	12,668	0,08
159 x 3	431804600	•	22	13,085	18,385	0,05
219 x 3	431804700	•	16	18,118	35,633	0,03
267 x 3	431804800	•	13	22,144	53,502	0,02

*Con una seguridad que es 3,5 veces superior y está basada en tubos de cobre blandos con Rm 200 N/mm² a una temperatura de servicio de 100 °C
hh = barras semiduras R 250

2.5.1.8 Aïllament tèrmic



ARMAFLEX AF

Refrigeración. Aislamiento para tuberías en frío.

DESCRIPCIÓN

Aislamiento térmico flexible de estructura celular cerrada y con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua. Color negro.

APLICACIÓN

Técnicas y sistemas de aislamiento, protección de tuberías, depósitos, etc. en instalaciones de refrigeración, frío industrial y climatización.

FACTOR DE RESISTENCIA μ

UNE 92225. $\mu \geq 7000$. μ promedio 10000.

DIMENSIONES

Coquillas de 2 m de largo.

Espesores (mm)	Diámetros (mm)
6, 9, 13, 19 y RITE	de 6 (1/4") a 168 (6")

Planchas: en rollos y hojas, en espesores 10, 13, 19, 25, 32 y 50 mm.

CAMPO DE APLICACIÓN

Temperatura del fluido máxima:

coquillas +105 °C.

(Planchas y cintas +85 °C).

Temperatura del fluido mínima: -50°C (-200 °C*).

* Consulte nuestro departamento técnico.

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

A diferentes temperaturas (UNE 92201)

θ_m	-1,0	0	+10	+20	+40	°C
λ	0,034	0,035	0,036	0,039	0,037	W/(m · K)

REACCIÓN AL FUEGO

UNE 23737 M1.

UNE 13501-1 B-s3, d0.

RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

El producto instalado a la intemperie se protegerá, después de pasadas 36 horas y antes de los siete días, con dos capas de pintura Armafinish.

CERTIFICADOS Y UTILIZACIÓN



Información referente a almacenamiento, transporte e instalación, consultar: www.isover.net/utilizacion

2.5.1.9 Fluid caloportador



® = Marca registrada

Concentrado anticongelante y anticorrosivo de acción prolongada para instalaciones de calefacción y refrigeración/ circuitos de agua, instalaciones de energía solar e instalaciones con bombas de calor

Caloportador - sin nitritos -

Solución especial a base de glicol para las industrias alimentaria y de productos de consumo

Edición: Febrero de 2009

TYFOROP CHEMIE GmbH

Anton-Rée-Weg 7
D - 20537 Hamburg

Teléfono: +49-(0)40 20 94 97-0
Fax: +49-(0)40 20 94 97-20
e-mail: info@tyfo.de
Internet: www.tyfo.de

Tyfocor® L

Valores característicos del concentrado

Aspecto:	líquido transparente, incoloro	
Punto de ebullición	> 150 °C	ASTM D 1120
Punto de solidificación	< -50 °C	DIN ISO 3016
Densidad (20 °C)	1.054 - 1.058 g/cm ³	DIN 51757
Viscosidad (20 °C)	68 - 72 mm ² /s	DIN 51562
Índ. de refracción (n _{D20})	1.435 - 1.437	DIN 51423
Valor pH (20 °C) conc.	6.5 - 8.0	ASTM D 1287
Valor pH mezcla 1:2 con agua destilada	7.5 - 8.5	ASTM D 1287
Contenido de agua	max. 4 % w/w	DIN 51777
Punto de inflamación	> 100 °C	DIN 51758
Reserva de alcalinidad	> 10-13 ml 0.1 n HCl	ASTM D 1121

Control de Calidad

Estos datos corresponden a los valores medios en el momento de la impresión de la presente Información Técnica. No tienen la consideración de una especificación del producto. Los valores característicos pormenorizados forman parte de una especificación del producto independiente.

Propiedades

El Tyfocor® L es un líquido higroscópico, prácticamente inodoro, a base de propilenglicol (sustancia no perjudicial para la salud), que puede emplearse en el sector alimentario y de agua potable como salmuera refrigerante o fluido caloportador.

El Tyfocor® L contiene inhibidores de corrosión muy efectivos que aportan una protección duradera contra la corrosión, la degradación y la formación de depósitos a todos los metales usados comúnmente en el sector de la energía solar y en instalaciones de calefacción. Mantiene limpias las superficies de transmisión térmica, garantizando así un rendimiento del sistema de energía solar elevado y uniforme.

Tyfocor® L es miscible con agua sin límites y, dependiendo de la concentración, puede llegar a prevenir el congelamiento hasta los -50 °C. Las sales que determinan la dureza del agua no influyen en modo alguno en la eficacia de Tyfocor® L ni tampoco dan a lugar a precipitaciones en la solución de Tyfocor® L.

Las mezclas de Tyfocor® L / agua no se separan.

El Tyfocor® L no contiene nitritos, ni fosfatos o aminas.

Miscibilidad

El Tyfocor® L es miscible con todos los productos anticongelantes comerciales a base de propilenglicol. Si la mezcla de Tyfocor® L con otros productos se destina, se recomienda, sin embargo, ponerse en contacto con nuestro departamento de técnica de aplicación de antemano.

Aplicación

La mezcla de Tyfocor® L con agua se emplea como salmuera en circuitos de refrigeración y calefacción de la industria alimentaria y de productos de consumo, como fluido caloportador para instalaciones de energía solar y bombas de calor y como anticongelante en sistemas rociadores de incendios.

Para el llenado del sistema de circulación se debe añadir al Tyfocor® L agua neutra (calidad el agua potable con máx. 100 mg/kg de cloruro) o agua desmineralizada con un porcentaje del volumen mínimo de 25 % a un máximo de 75 % vol.

Por motivos de protección contra la corrosión, se recomienda no utilizar concentraciones superiores o inferiores a las aquí indicadas:

en instalaciones de energía solar:	40 - 75 % vol. Tyfocor® L
en otro tipo de instalaciones:	25 - 75 % vol. Tyfocor® L

Resistencia térmica en instalaciones de energía solar

Un sometimiento permanente a temperaturas de más de 170 °C provoca el envejecimiento prematuro del Tyfocor® L. En el caso de instalaciones de energía solar cuya temperatura en reposo supere los 170 °C, se recomienda dimensionar los vasos de compensación de manera que, al alcanzarse la temperatura máxima en reposo, el caloportador pueda salir de los colectores y ser recogido en los depósitos de compensación.

Con temperaturas superiores a los 200 °C comienza una lenta modificación química del fluido caloportador que puede poner en peligro la seguridad funcional de la instalación.

Efecto anticorrosivo

El cuadro siguiente indica el efecto anticorrosivo de una mezcla de Tyfocor® L / agua.

Test de corrosión según ASTM D 1384 (American Society for Testing and Materials). Variación media del peso en g/m²

Material	Tyfocor® L / Agua ASTM 1 : 2
Cobre (SF Cu)	- 0.2
Soldadura blanda (L Sn 30)	- 0.1
Latón (MS 63)	- 0.3
Acero (HI)	± 0.0
Hierro colado (GG 26)	+ 0.7
Aluminio colado (G AlSi6Cu4)	- 0.5

Compatibilidad con juntas

Las mezclas de Tyfocor® L con agua no atacan a las juntas comúnmente usadas en instalaciones de calefacción. El cuadro siguiente ha sido elaborado tomando como base nuestra experiencia, ensayos propios e información procedente de la bibliografía disponible.

Juntas, elastómeros y materiales plásticos que son compatibles con mezclas de Tyfocor® L con agua: Juntas como Fermit®, Fermitol® (marcas registradas de Nissen & Volk GmbH, Hamburgo), cañamo

Caucho butílico	IIR
Caucho policloropreno	CR
Caucho etileno-propileno-dieno	EPDM
Elastómeros fluorocarbonados	FPM
Caucho hasta 80 °C	NR
Caucho nitrilo	NBR
Poliacetales	POM
Poliamidas hasta 115 °C	PA
Polibutenos	PB
Polietileno blando / duro	PE-LD, PE-HD
Poliétileno reticulado	PE-X
Polipropileno	PP
Politetrafluoroetileno	PTFE
Cloruros de polivinilo duro	PVC h
Cauchos de Silicona	Si
Cauchos de estireno-butadieno hasta 100 °C	SBR
Poliésteres insaturadas	UP

Las resinas fenólicas, las resinas de urea, el cloruro de polivinilo blando y los elastómeros a base de poliuretanos no son resistentes.

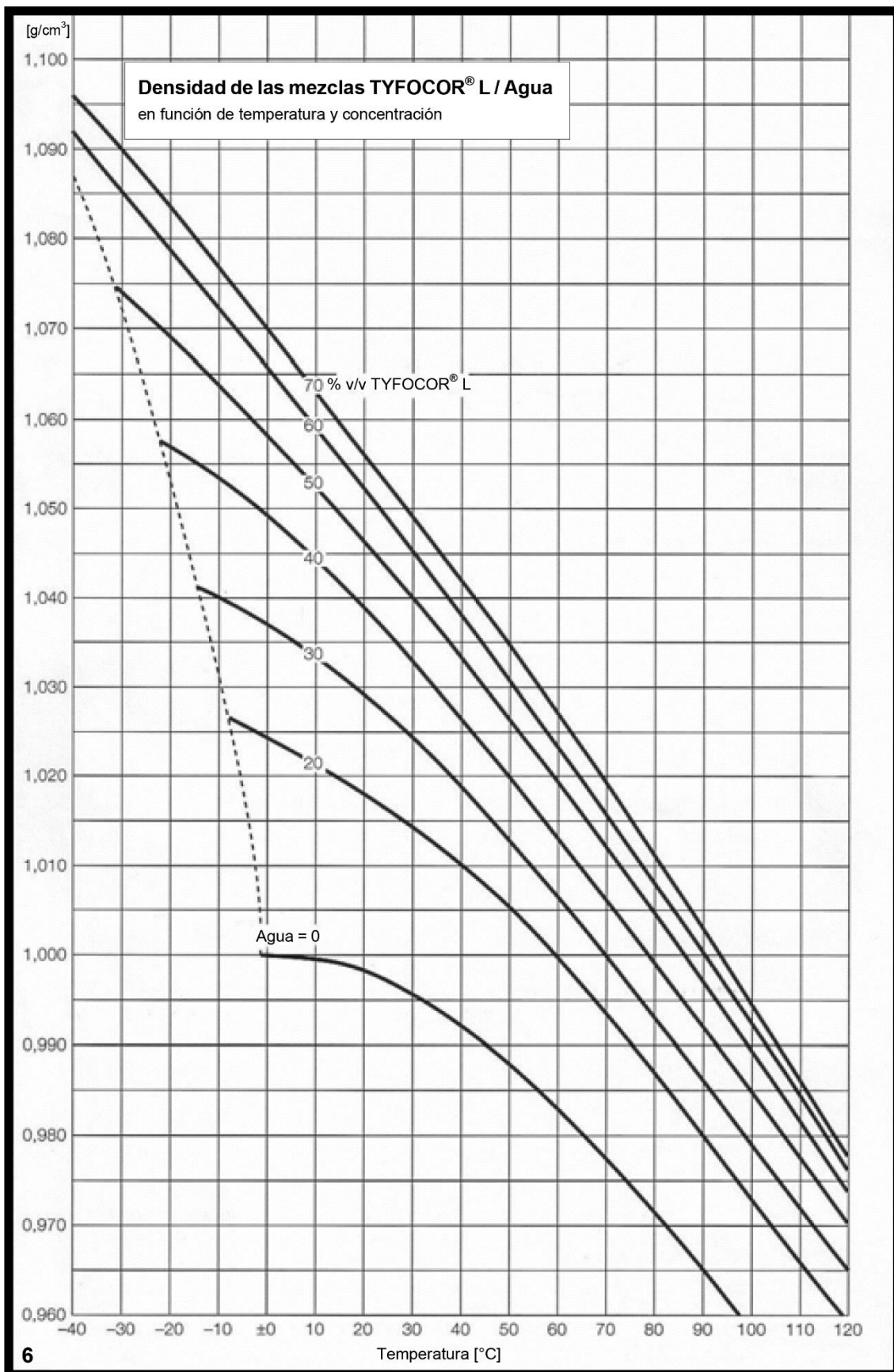
En caso de utilizarse elastómeros, hay que tener en cuenta que las características de uso de estos materiales vienen determinadas no sólo por las características del caucho original (por ejemplo EPDM), sino también por el tipo y la cantidad de los materiales adicionales, así como por las condiciones de vulcanización. Por ello, se recomienda llevar a cabo una prueba de adecuación para la mezcla Tyfocor® L / agua antes de su utilización por vez primera. Ello resulta aplicable en particular a los elastómeros que se prevea utilizar como material para las membranas de los depósitos de compensación según DIN 4807.

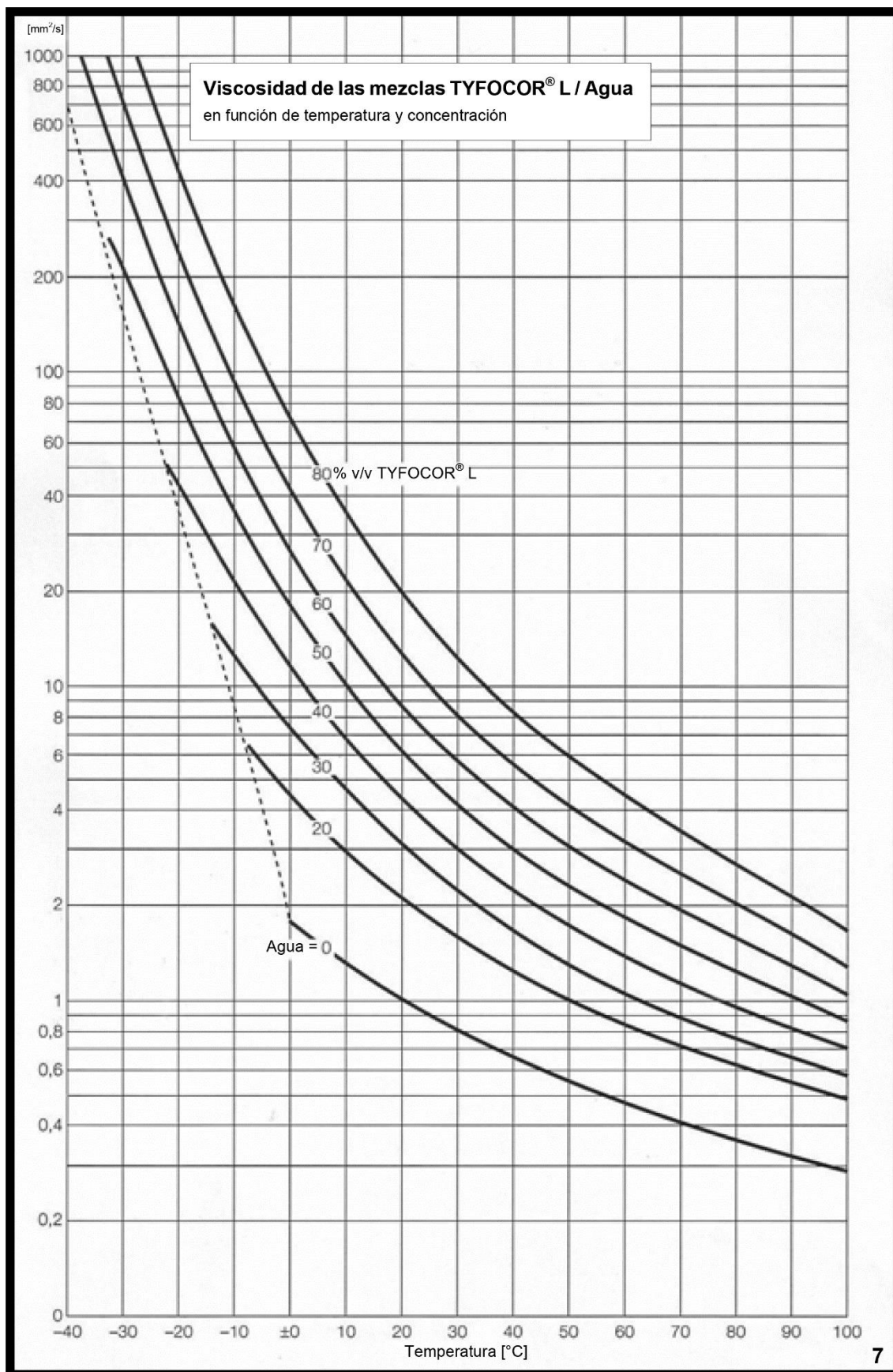
Han demostrado su estabilidad frente a mezclas de Tyfocor® L / agua calientes: hasta 160 °C: juntas a base de 70 EPDM 281*, y hasta 200 °C: juntas planas como REINZ-AFM 34** o Centellen 3820*** a base de aramida / NBR especial.

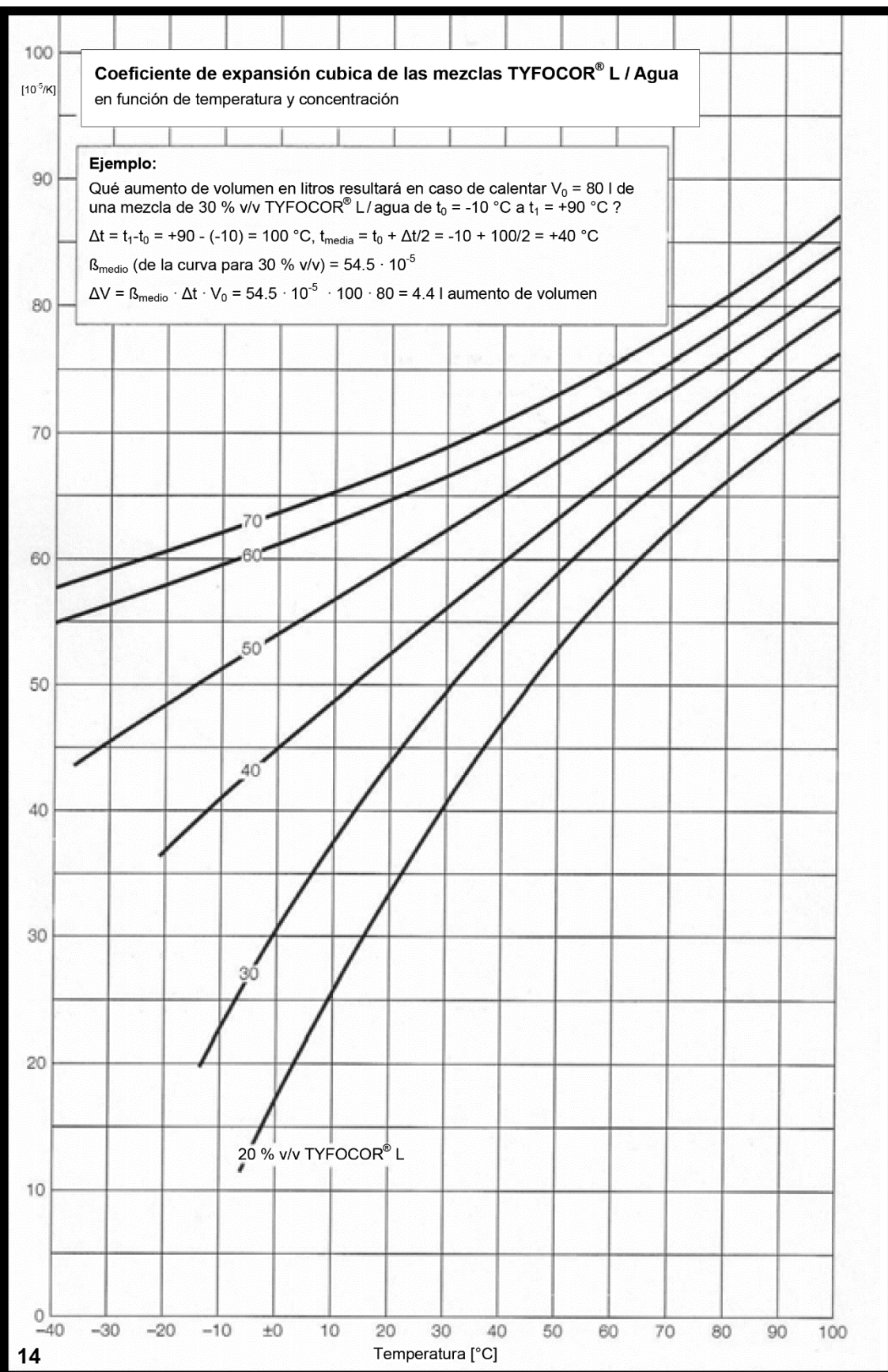
* Carl Freudenberg Dichtungs- u. Schwingungstechnik, Pf 100363, D-69465 Weinheim

** REINZ-Dichtungs-GmbH, Postfach 1909, D-89229 Neu-Ulm

*** Hecker Werke GmbH&Co, D-71093 Weil im Schönbuch







2.5.2 Instal·lació bombeig solar

2.5.2.1 Bomba

Bombas de superficie Lorentz PS150 BOOST – 60 – 125 – 240 – 330
ED1204


Sistema de superficie de bombeo solar

Aplicaciones

- Suministro de agua potable.
- Purificación de agua.
- Sistemas de osmosis inversa.
- Presurización

Características


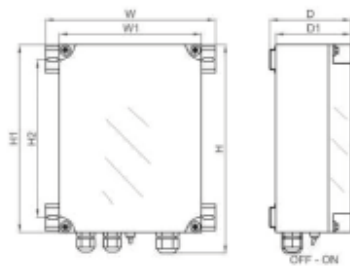
- Instalación rápida y sin fallos.
- Servicio excelente.
- Alta fiabilidad y vida útil.
- Rápido retorno de la inversión.
- Mínimos costes de mantenimiento.



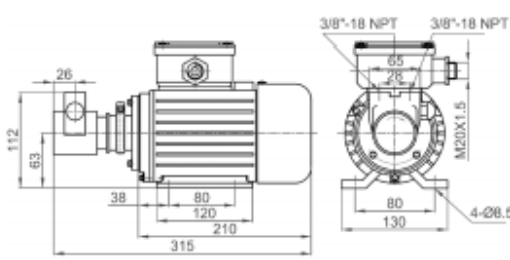
DATOS TÉCNICOS				
PS150 BOOST	-60	-125	-240	-330
Carga dinámica total máxima	150 m	110 m	50 m	50 m
Caudal máximo	0,26 m³/h	0,50 m³/h	0,98 m³/h	1,3 m³/h
Vmp	≈ 17 Vcc			
Voc máxima	50 Vcc			

COMPONENTES	
PS150 BOOST	-60 -125 -240 -330
Controlador: PS150	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorización y control. • Entradas de control para sonda de pozo, funcionamiento en seco, control remoto, etc... • Protección contra polaridad inversa, sobrecarga y alta temperatura. • Sistema MPPT integrado. • Desconexión por baja tensión para funcionamiento con batería.
Motor: ECDRIVE 150-BOOST	<ul style="list-style-type: none"> • Motor CC sin escobillas, libre de mantenimiento. • Sin electrónica en el motor. • Materiales de primera calidad.
Cabezal de la bomba:	<ul style="list-style-type: none"> • PE BOOST-60 PE BOOST-125 PE BOOST-240 PE BOOST-330 • Alta fiabilidad y esperanza de vida. • Altura máxima de aspiración: 3 metros. • Materiales de primera calidad. • Protección de funcionamiento en seco (opcional).

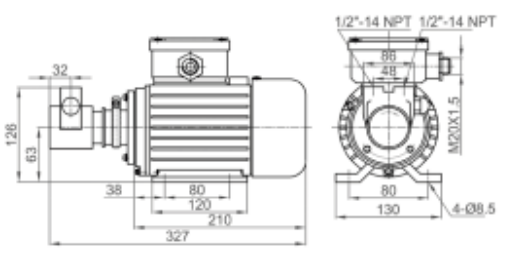
MEDIDAS Y PESOS CONTROLADOR	
H	276 mm
H1	248 mm
H2	206 mm
W	225 mm
W1	188 mm
D	108 mm
D1	100 mm
Peso	1,7 kg

MEDIDAS Y PESOS BOMBAS



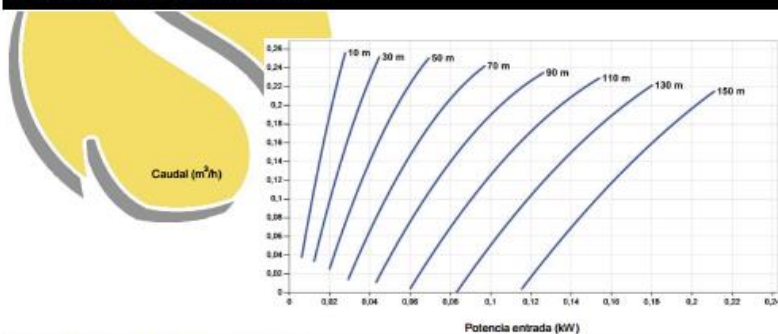
PS150 BOOST -60 y -125
(peso: 7,4 kg)



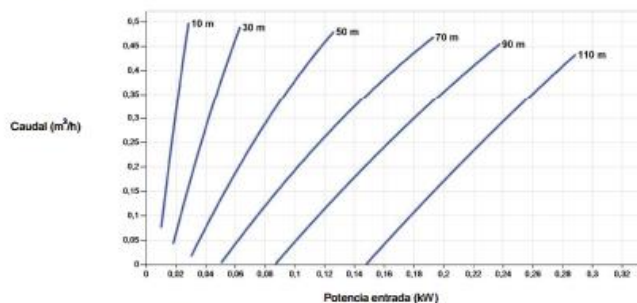
PS150 BOOST -240 y -330
(peso: 7,4 kg)

www.sumsol.cl

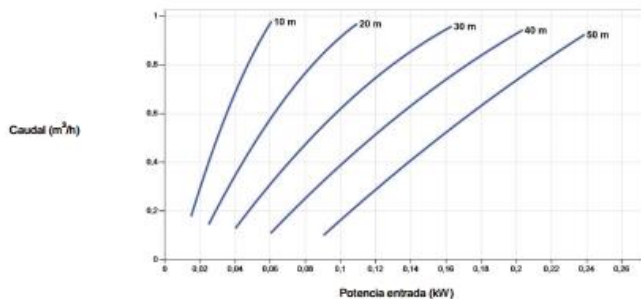
CURVA DE RENDIMIENTO PS150 BOOST-60



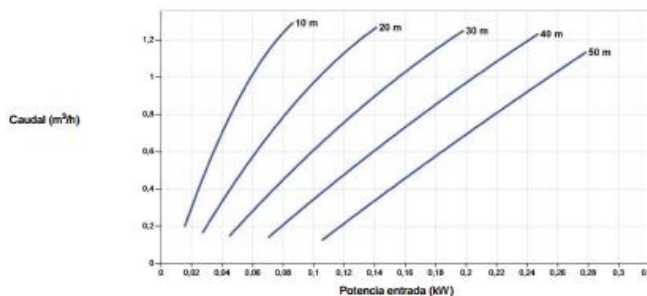
CURVA DE RENDIMIENTO PS150 BOOST-125



CURVA DE RENDIMIENTO PS150 BOOST-240



CURVA DE RENDIMIENTO PS150 BOOST-330



2.5.2.2 Panell fotovoltaic



¡NUEVA! GARANTÍA DE POTENCIA LINEAL DE 25 AÑOS Y EXTENSIÓN DE LA GARANTÍA DE PRODUCTO A 10 AÑOS*

Longitud 1675 mm
Ancho 1001 mm
Altura 31 mm
Marco Aluminio
Peso 21,2 kg

ÖKO-TEST
CALIDAD DE VIDA
SolarWorld
Sunmodule Plus
SW 225 poly
excelente
Editado el 05/2010

SolarWorld
SW 250 poly

Calidad alemana
La fabricación completamente automatizada, la supervisión integral de los procesos de producción y la aplicación de los niveles más exigente de calidad garantizan la excelencia del producto en todas sus ubicaciones.

TÜV "Power controlled"
La nueva certificación "Power controlled" de TÜV Rheinland garantiza el mantenimiento de las potencias indicadas en Sunmodule Plus y su supervisión regular por proveedores de servicios de control independientes de TÜV Rheinland. De ello resulta un nivel de seguridad adicional para inversores y consumidores y constituye así una nueva e importante pieza angular de la elevada garantía de calidad propia de SolarWorld.

Clasificación "Plus" de SolarWorld
La clasificación "Plus" es garantía de la mayor eficacia de las instalaciones. Sólo se suministran módulos que han alcanzado o superado la potencia nominal indicada en las pruebas de rendimiento.

Garantía de servicio lineal de 25 años y una garantía de producto ampliada de 10 años
SolarWorld garantiza durante 25 años una reducción de potencia máxima de 0,7% p.a. (un claro valor añadido frente a las garantías habituales de dos etapas). Junto a ello, SolarWorld AG ofrece también una garantía de producto ampliada de diez años.*

*conforme al certificado de servicio de SolarWorld válido en el momento de la compra
www.solarworld.com/service-certificate

SOLARWORLD
Convertimos el sol en energía.

Sunmodule⁺ SW 250 poly

COMPORTAMIENTO BAJO CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRUEBA (STC*)

SW 250		
Potencia en el punto de máx. potencia	P_{max}	250 Wp
Tensión en vacío	U_{oc}	37,6 V
Tensión a potencia máxima	U_{mpp}	30,8 V
Corriente de cortocircuito	I_{sc}	8,64 A
Corriente a potencia máxima	I_{mpp}	8,12 A

*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5

COMPORTAMIENTO A 800 W/m², NOCT, AM 1.5

SW 250		
Potencia en el punto de máx. potencia	P_{max}	180,4 Wp
Tensión en vacío	U_{oc}	33,9 V
Tensión a potencia máxima	U_{mpp}	27,8 V
Corriente de cortocircuito	I_{sc}	6,96 A
Corriente a potencia máxima	I_{mpp}	6,50 A

Ligera reducción de la eficiencia en el comportamiento con carga parcial a 25°C: A 200 W/m² se alcanza el 95 % (+/- 3 %) de la eficiencia bajo condiciones estándar de prueba (1000 W/m²).

MATERIALES EMPLEADOS

Células por módulo	60
Tipo de célula	policristalino
Medidas de la célula	156 mm x 156 mm
Parte anterior	vidrio reforzado (EN 12150)

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS PARA LA INTEGRACIÓN ÓPTIMA EN EL SISTEMA

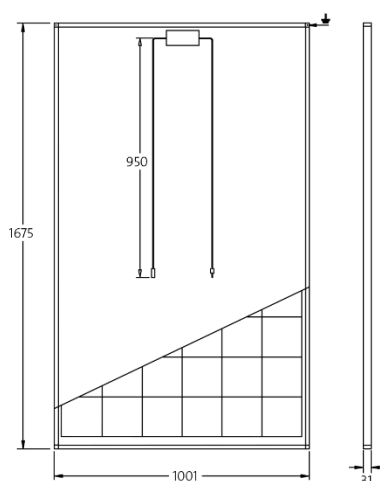
Tensión máxima del sistema clase II	1000 V
Carga máxima de corriente inversa	16 A
Resistencia a las cargas según IEC 61215	5,4 kN/m ²
Cantidad de diodos de bypass	3

PARÁMETROS TÉRMICOS CARACTERÍSTICOS

NOCT	46 °C
TC I_{sc}	0,034 %/K
TC U_{oc}	-0,34 %/K
TC P_{mpp}	-0,48 %/K

OTROS DATOS

Tolerancia de medida	+/- 3 %
Caja de conexión	IP65
Conector	MC4
Clasificación "Plus" de SolarWorld ¹⁾	$P_{Flash} \geq P_{max}$



- Qualified, IEC 61215
- Safety tested, IEC 61730
- Periodic Inspection
- Power Controlled



- 1) La potencia real del módulo (P_{Flash}) se encuentra siempre por encima de la potencia nominal (P_{max}) del módulo.
- 2) Según el mercado de comercialización. SolarWorld AG se reserva el derecho de cambiar las especificaciones. Esta hoja de datos satisface las exigencias de la norma EN 50380. Esta hoja de datos también está disponible en inglés.

2.5.2.3 Dipòsit d'acumulació

Global Plastic, S.A.
 Pol. Ind. Montes de Cierzo, Ctra. N-232, km. 86
 E-31500 Tudela (Navarra)
 ☎ 00 34 948 844 406 • 📠 00 34 948 844 405
 www.roth-spain.com • comercial@roth-spain.com



FICHA TÉCNICA

DEPÓSITO PARA AGUA POTABLE ROTHAGUA® CERRADO RC-1000 LITROS

DESCRIPCIÓN

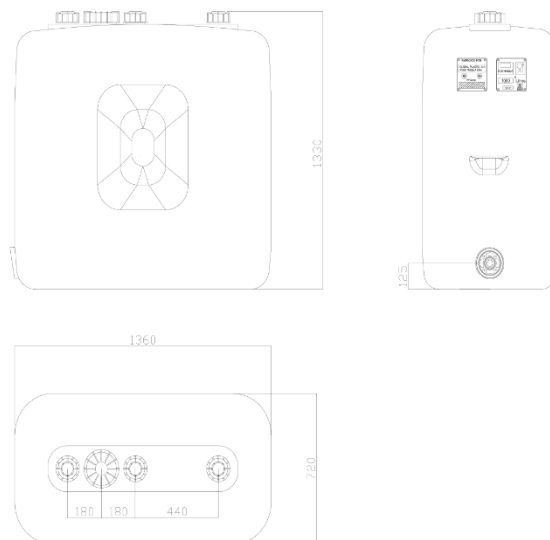
Estos depósitos están fabricados con polietileno de alta densidad (PEAD) por el sistema de extrusión soplado, utilizando materia prima de alta calidad que cumple la legislación vigente relativa a los materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con productos alimenticios. Al polietileno utilizado en su fabricación se le añade un aditivo con estabilizante U.V.

Los depósitos son de color verde para mejorar la resistencia a los rayos ultravioletas y evitar el crecimiento de algas.

Los depósitos ROTHAGUA® cerrado RC-1000 litros disponen, en su parte superior, de una boca circular de Ø 150mm y tres bocas de Ø 72 mm con tapón de dos piezas. En la parte inferior de una de las paredes laterales disponen de una brida instalada durante su fabricación. Esta brida permite el vaciado y/o conexión de los depósitos

Dimensiones

- Volumen del depósito (lt): 1.000
- Longitud (mm): 1.360
- Anchura (mm): 720
- Altura (mm): 1.330



Global Plastic, S.A.
Pol. Ind. Montes de Cierzo, Ctra. N-232, km. 86
E-31500 Tudela (Navarra)
☎ 00 34 948 844 406 • 📠 00 34 948 844 405
www.roth-spain.com • comercial@roth-spain.com



INSTALACIÓN

Los depósitos ROTHAGUA® cerrado están diseñados para instalar en superficie. Esta superficie debe ser firme, completamente lisa y horizontal y estar libre de cualquier objeto punzante o cortante.

No utilizar tabloncillos para calzar el depósito.

Los depósitos deben instalarse a resguardo del sol y otros agentes atmosféricos.

Se debe dejar una distancia entre la pared y el depósito (o entre depósitos si se conectan entre sí) para que la dilatación del depósito al llenarse no repercuta en su estabilidad.

MANTENIMIENTO

Se debe limpiar y desinfectar el depósito antes de instalarlo por primera vez. También debe hacerse periódicamente.

Todos los datos, informaciones técnicas y dimensiones indicados en este documento son a título informativo y pueden ser modificados sin previo aviso. Para información más detallada consultar el Manual de Transporte, Instalación y Mantenimiento que se envía con el depósito.

2.5.2.4 Canonades

■ Clasificación y Definición de los tubos de PE

La progresiva incorporación de nuevos tipos de PE desarrollados en los últimos años, y con unas propiedades mejoradas con respecto a los PE tradicionales, ha hecho que el Comité Europeo de Normalización (CEN) haya realizado una clasificación de los tubos de PE basada en la norma ISO/DIS 12162. De acuerdo con ella, existen una serie de conceptos que determinan la clasificación de los tubos:

■ Límite inferior de Confianza (LCL):

Es el valor de la tensión tangencial, en megapascuales, que puede ser considerado como una propiedad del material y que representa el 97,5% del límite inferior de confianza de la tensión hidrostática a largo plazo a 20° y para 50 años.

■ Tensión Mínima Requerida (MRS):

Es el valor del límite inferior de confianza (LCL) redondeado el valor inferior más próximo de:

- La serie de números de Renard R10 si el LCL es inferior a 10 MPa.
- La serie de números de Renard R20 si el LCL es superior a 10 MPa.

■ Coeficiente de Servicio C (Diseño):

Es un coeficiente con un valor superior a la unidad, tomando de la serie R20 y que considera las condiciones de servicio, así como las propiedades de los componentes de los sistemas de la tubería, que no se han tenido en cuenta en el cálculo del LCL. El valor mínimo considerado para el polietileno es 1,25.

■ Tensión de Diseño σ :

Es la tensión admisible para una aplicación determinada, expresada en megapascuales, y que se obtiene dividiendo el valor del MRS entre el coeficiente C, y redondeando al valor más próximo de la serie R20.

$$\sigma = \frac{MRS}{C}$$

■ Diámetro Nominal:

Es un número convencional, expresado en mm. que coincide teóricamente con el ϕ exterior de los tubos.

■ Presión Nominal:

Es un número que corresponde a la presión máxima de trabajo a 20°C, expresada en MPa o bar.

■ Espesor Nominal (e):

Designación numérica del espesor del tubo, aproximadamente igual a la dimensión fabricada en mm. Se obtiene por la fórmula siguiente:

$$e = \frac{PN \times DN}{2\sigma + PN}$$

Donde:

PN = Presión Nominal

DN = Diámetro Nominal

σ = Tensión Tangencial de Diseño

■ Otras clasificaciones son:

Relación de Dimensiones Estándar (SDR) es el cociente entre el ϕ exterior nominal DN y el espesor nominal e.

Serie (s) es un número para la designación de un tubo. De acuerdo con la ISO 4065 se obtiene:

$$s = \frac{\sigma}{PN}$$

La relación entre la serie y SDR es: SDR=2s+1

RECOMENDACIONES PARA LA ELECCIÓN DEL TIPO DE TUBERÍA

La elección del tipo de tubería de Polietileno viene condicionada, fundamentalmente, en base a los diámetros y presiones nominales que se requieran en cada instalación de abastecimiento de agua.

PE40

Esta tubería es adecuada para acometidas a las redes hasta el ϕ 90 y 10 bar de presión. La unión de los tubos se debe realizar mediante accesorios de compresión, tanto metálicos como termoplásticos. Los tubos son negros con banda azul.

PE80

Tubos fabricados en PE80 de acuerdo a la norma UNE-EN-12201.

Tubería aconsejable para redes de agua potable en diámetros y presiones medias.

Se fabrica en presiones de 4 - 6 - 10 y 12,5 bar hasta 1000 mm ϕ .

Tubo especialmente indicado para tubería enrollada por su mayor espesor y mejor flexibilidad que el PE100. Soldable tanto a testa como por electrofusión.

PE100

Es el PEAD llamado de última generación. Su elección óptima es a partir de 140 mm ϕ . Su orientación puede variar sensiblemente en base a las presiones que requiere la instalación y teniendo presente en las decisiones el SDR, relación entre el diámetro exterior y el espesor nominal. Se fabrica hasta el ϕ 1000.

PE100 AGUAS NO POTABLES

Fabricamos tubería en PE100 para aguas no potables en color negro, negro banda marrón y negro banda morada. Esta tubería es de reciente implantación en el mercado y tiene la marca de calidad AENOR.

NOTA.-

Tanto nuestro departamento comercial como nuestro departamento técnico se encuentran a su entera disposición para colaborar en la elección óptima del tipo de tubería para cada red de abastecimiento.

TUBOS DE POLIETILENO FLEXIPOL

FLEXIPOL - TUBOS DE POLIETILENO PE100



Conducción de Agua a Presión
Fabricados según Norma UNE-EN 12201

COLOR Y APLICACIONES

Negro Banda Azul: Agua Potable
Negro-Negro Banda Marrón: Agua no Potable
Negro Banda Morada: Agua Reciclada

MARCAJE:

MASA FLEXIPOL

FORMATO DE SUMINISTROS*:

Hasta Ø 90 en rollos de 100 metros
Ø 110 en rollos de 50 metros y 100 metros
Desde Ø 20 hasta Ø 110 barras de 6 metros
Desde Ø 90 hasta Ø 280 en barras de 12 metros
Desde Ø 315 hasta Ø 1000 en barras de 13 metros

* Otros formatos, presiones y aplicaciones consultar



Tubos de PE Flexipol

PN10 / SDR 17 Rollos

Referencia	Ø Ext.	Espesor	€/ml
0590320102	32	2,0	0,510
0590400102	40	2,4	0,828
0590500102	50	3,0	1,287
0590630102	63	3,8	1,969
0590750102	75	4,5	2,713
0590900102	90	5,4	3,813
0591100102	110	6,6	5,651

PN16 / SDR 11 Rollos

Referencia	Ø Ext.	Espesor	€/ml
0600200162	20	2,0	0,357
0600250162	25	2,3	0,479
0600320162	32	3,0	0,718
0600400162	40	3,7	1,182
0600500162	50	4,6	1,844
0600630162	63	5,8	2,797
0600750162	75	6,8	3,829
0600900162	90	8,2	5,433
0601100162	110	10,0	7,980

PN10 / SDR 17 Barras

Referencia	Ø Ext.	Espesor	€/ml
059063010	63	3,8	1,912
059075010	75	4,5	2,650
059090010	90	5,4	3,772
059110010	110	6,6	5,447
059125010	125	7,4	7,034
059140010	140	8,3	8,714
059160010	160	9,5	11,281
059180010	180	10,7	14,583
059200010	200	11,9	17,577
059225010	225	13,4	22,400
059250010	250	14,8	27,496
059280010	280	16,6	34,936
059315010	315	18,7	44,125
059355010	355	21,1	55,804
059400010	400	23,7	69,931
059450010	450	26,7	88,543
059500010	500	29,7	109,971
059560010	560	33,2	136,271
059630010	630	37,4	175,890
059710010	710	42,1	219,121
059800010	800	47,4	275,497
059900010	900	53,3	353,043
059100010	1000	59,3	432,567

PN16 / SDR 11 Barras

Referencia	Ø Ext.	Espesor	€/ml
060063016	63	5,8	2,763
060075016	75	6,8	3,796
060090016	90	8,2	5,437
060110016	110	10	7,884
060125016	125	11,4	10,304
060140016	140	12,7	12,671
060160016	160	14,6	16,481
060180016	180	16,4	21,316
060200016	200	18,2	25,720
060225016	225	20,5	32,828
060250016	250	22,7	40,321
060280016	280	25,4	50,944
060315016	315	28,6	64,294
060355016	355	32,2	81,033
060400016	400	36,3	102,258
060450016	450	40,9	129,231
060500016	500	45,4	159,821
060560016	560	50,8	198,593
060630016	630	57,2	255,301

2.5.3 Instal·lació fotovoltaica

2.5.3.1 Panell fotovoltaic



The advertisement features a large, dark blue solar panel with a grid of cells, set against a light blue background with a stylized sun and clouds. The Atersa logo is prominently displayed in the upper right corner. The text 'Ultra nueva gama' is written in a large, bold font. Below this, the product is identified as 'Módulo fotovoltaico A-290P / A-295P / A-300P'. A list of features is provided, each preceded by a plus sign and the word 'Ultra'. At the bottom, there are logos for ICIM, made in SPAIN, and TES Verified, along with a small text block about the TES system.

atersa
grupo eleanor

+Ultra
nueva gama


Módulo fotovoltaico
A-290P / A-295P / A-300P

- +UltraTolerancia positiva**
Positiva 0 / +5 Wp
- +UltraCalidad**
Anti Hot-Spot
- +UltraGarantía**
10 años de garantía de producto
- +UltraFiabilidad**
En el mercado desde 1979
- +UltraResistencia**
Cristal templado de 4 mm
- +UltraTES**
Verificación eléctrica célula a célula

   Sistema Único en el mercado, patentado por Atersa.

Para una información más detallada de los términos de la garantía, consulte:
→ www.atersa.com

Nueva gama Ultra con Tolerancia positiva 

Nueva gama Ultra con Tolerancia positiva 

Características eléctricas (STC: 1kW/m², 25°C±2°C y AM 1,5)*

	A-290P	A-295P	A-300P
Potencia Nominal (P _n / ±5 W)	290 W	295 W	300 W
Efficiencia del módulo	14,91%	15,16%	15,42%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,07 A	8,14 A	8,21 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	35,93 V	36,23 V	36,52 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,67 A	8,78 A	8,89 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	44,67 V	44,82 V	44,97 V

Parámetros térmicos

Coefficiente de Temperatura de Isc (α)	0,04% /°C
Coefficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,32% /°C
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C

Características físicas

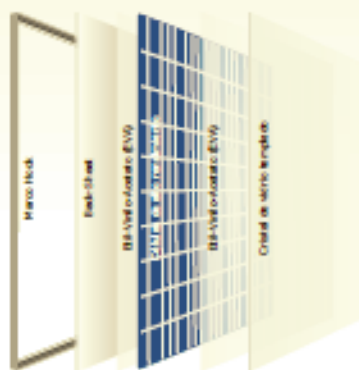
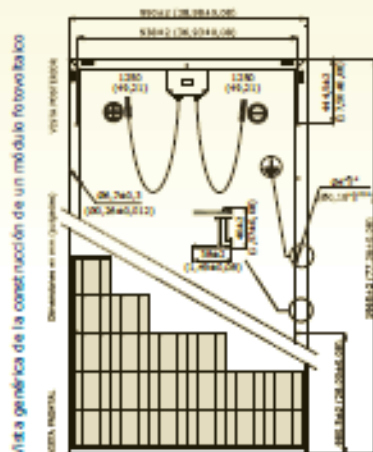
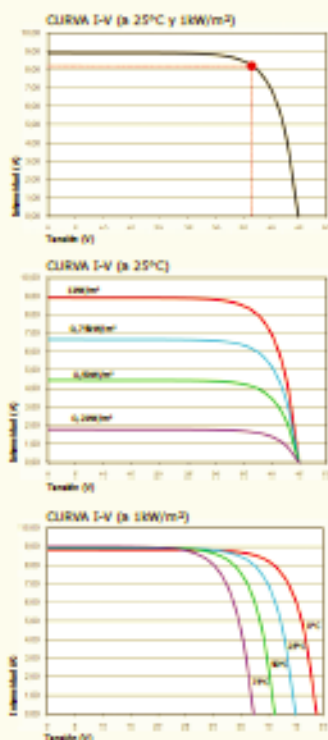
Dimensiones (mm ± 2 mm)	1965x990x40
Peso (kg)	24
Área (m ²)	1,95
Tipo de célula	Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas)
Células en serie	72 (6x12)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 4 mm
Marco	Alación de aluminio pintado en políester
Caja de conexiones / Opcional	QUAD IP54 / QUAD IP65
Cables	Cable Solar 4 mm ² 1250 mm
Conectores	MC4 o combinable MC4

Rango de funcionamiento

Temperatura	-40°C a +85°C
Máxima Tensión del Sistema / Protección	1000 V / CLASS II
Carga Máxima Viento / Nieve	2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m ²)
Máxima Corriente Inversa (IR)	15,1 A

*Especificaciones eléctricas medidas en STC, NOCT: 47±2°C.
Tolerancias medidas STC: ±3% (Pmp), ±30% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

Curvas modelo A-300P



- Módulos por caja: 25 uds
- Peso por palet: 600 kg
- En un contenedor de 40 pies
entres 23 cajas: 525 paneles
- En un contenedor de 40 pies HC
entres 22 cajas: 550 paneles
- En un contenedor de 20 pies
entres 9 cajas: 225 paneles
- En un camión TAU/LINOR
entres 26 cajas: 650 paneles



NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.

 www.atersa.com • atersa@elecnor.com

Madrid 915 178 452 • Valencia 902 545 111 • Italia +39 039 226 24 82 • Alemania +49 151 153 988 44

Revisado: 28/01/13
Ref.: MU-6P (1) 6x12-F
© Atersa SL, 2012



2.5.3.2 Batteries

OPzS

Vented lead-acid battery



Motive Power Systems

Reserve Power Systems

Special Power Systems

Service

Your benefits with HOPPECKE OPzS

- **Very high expected service life** - due to optimized low-antimony selenium alloy
- **Excellent cycle stability** - due to tubular plate design
- **Maximum compatibility** - design according to DIN 40736-1
- **Higher short-circuit safety even during the installation** - based on HOPPECKE system connectors
- **Extremely extended water refill intervals up to maintenance-free** - optional use of AquaGen® recombination system minimizes emission of gas and aerosols¹



Similar to the illustration, AquaGen® optional

Typical applications of HOPPECKE OPzS

- **Telecommunications**
 - Mobile phone stations
 - BTS-stations
 - Off-grid/on-grid solutions
- **Power Supply**
- **Security lighting**



HOPPECKE

POWER FROM INNOVATION



OPzS

Type Overview

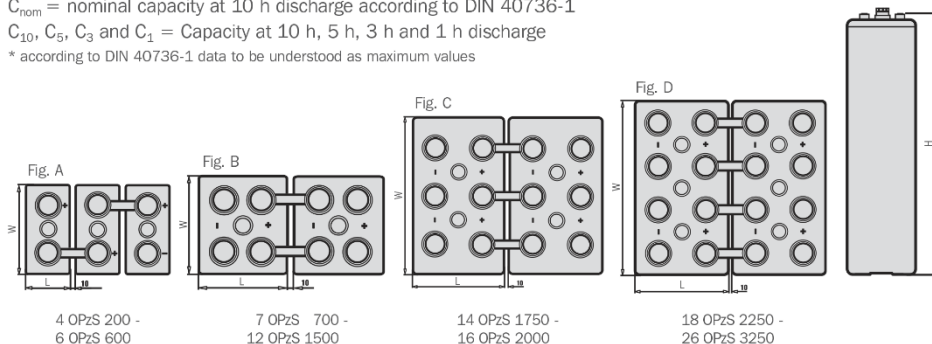
Capacities, dimensions and weights

Type	$C_{nom}/1.80\text{ V}$ Ah	$C_{10}/1.80\text{ V}$ Ah	$C_5/1.77\text{ V}$ Ah	$C_3/1.75\text{ V}$ Ah	$C_1/1.67\text{ V}$ Ah	max.* Weight kg	Weight electrolyte kg (1.24 kg/l)	max.* Length L mm	max.* Width W mm	max.* Height H mm	Fig.
4 OPzS 200	200	213	182	161	118	17.3	4.5	105	208	420	A
5 OPzS 250	250	266	227	201	147	21.0	5.6	126	208	420	A
6 OPzS 300	300	320	273	241	177	24.9	6.7	147	208	420	A
5 OPzS 350	350	390	345	303	217	29.3	8.5	126	208	535	A
6 OPzS 420	420	468	414	363	261	34.4	10.1	147	208	535	A
7 OPzS 490	490	546	483	426	304	39.5	11.7	168	208	535	A
6 OPzS 600	600	686	590	510	353	46.1	13.3	147	208	710	A
7 OPzS 700	700	801	691	596	411	59.1	16.7	215	193	710	B
8 OPzS 800	800	915	790	681	470	63.1	17.3	215	193	710	B
9 OPzS 900	900	1026	887	767	529	72.4	20.5	215	235	710	B
10 OPzS 1000	1000	1140	985	852	588	76.4	21.1	215	235	710	B
11 OPzS 1100	1100	1256	1086	938	647	86.6	25.2	215	277	710	B
12 OPzS 1200	1200	1370	1185	1023	706	90.6	25.8	215	277	710	B
12 OPzS 1500	1500	1610	1400	1197	784	110.4	32.7	215	277	855	B
14 OPzS 1750	1750	1881	1632	1397	914	142.3	46.2	215	400	815	C
15 OPzS 1875	1875	2016	1748	1496	980	146.6	46.7	215	400	815	C
16 OPzS 2000	2000	2150	1865	1596	1045	150.9	45.9	215	400	815	C
18 OPzS 2250	2250	2412	2097	1796	1176	179.1	56.4	215	490	815	D
19 OPzS 2375	2375	2546	2213	1895	1242	182.9	55.6	215	490	815	D
20 OPzS 2500	2500	2680	2330	1995	1307	187.3	55.7	215	490	815	D
22 OPzS 2750	2750	2952	2562	2195	1437	212.5	67.0	215	580	815	D
23 OPzS 2875	2875	3086	2678	2294	1503	216.8	65.9	215	580	815	D
24 OPzS 3000	3000	3220	2795	2394	1568	221.2	66.4	215	580	815	D
26 OPzS 3250	3250	3488	3028	2594	1699	229.6	65.4	215	580	815	D

C_{nom} = nominal capacity at 10 h discharge according to DIN 40736-1

C_{10} , C_5 , C_3 and C_1 = Capacity at 10 h, 5 h, 3 h and 1 h discharge

* according to DIN 40736-1 data to be understood as maximum values



Design life: up to 20 years

Optimal environmental compatibility - closed loop for recovery of materials in an accredited recycling system

¹ Similar to sealed lead-acid batteries



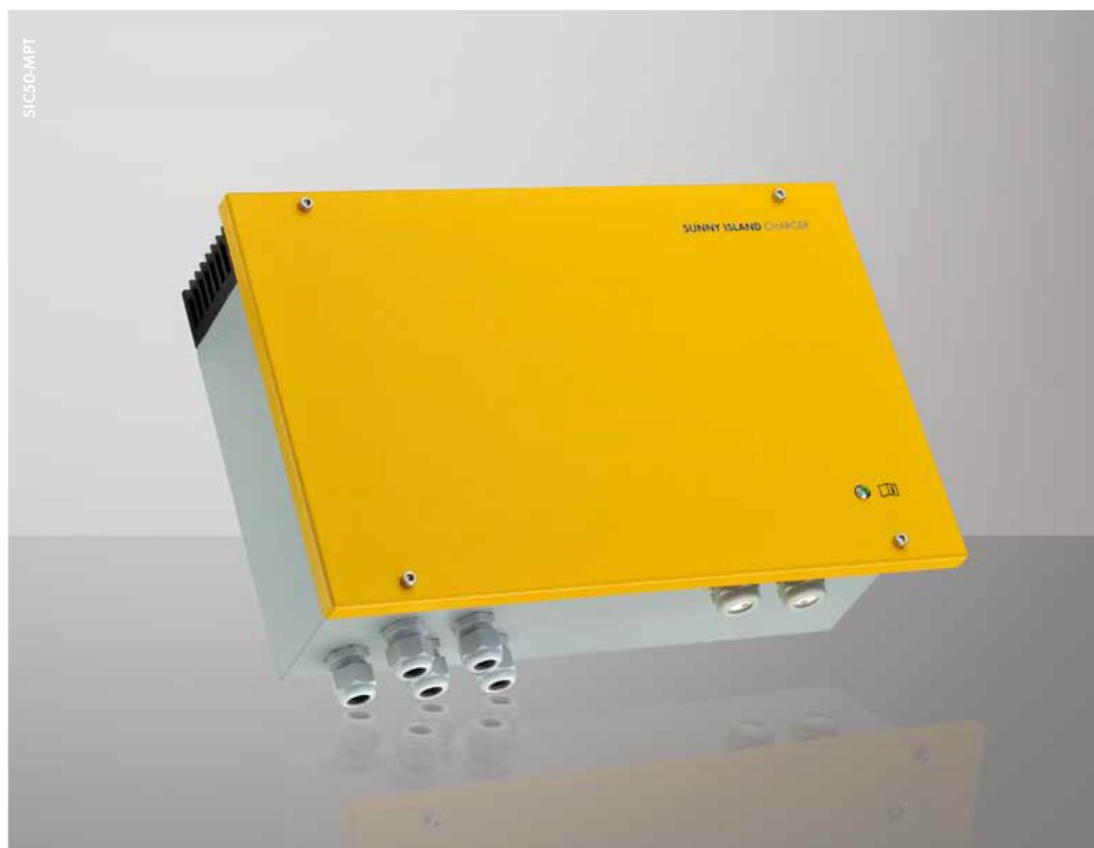
HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG
P.O. Box 1140 · D-59914 Brilon · Germany
Bontkirchener Straße 1 · D-59929 Brilon-Hoppecke

Phone +49(0)2963 61-374 Email info@hoppecke.com
Fax +49(0)2963 61-270 www.hoppecke.com

2.5.3.3 Regulador de carga



SUNNY ISLAND CHARGER 50



Flexible

- Para 12 / 24 / 48 V
- Conexión en paralelo de hasta cuatro equipos
- Modular y ampliable

Sencillo

- Montaje y puesta en servicio cómodos
- Manejo y configuración desde el Sunny Island (Single Point of Operation)

Eficiente

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPP) activo
- Rendimiento > 98%

Resistente

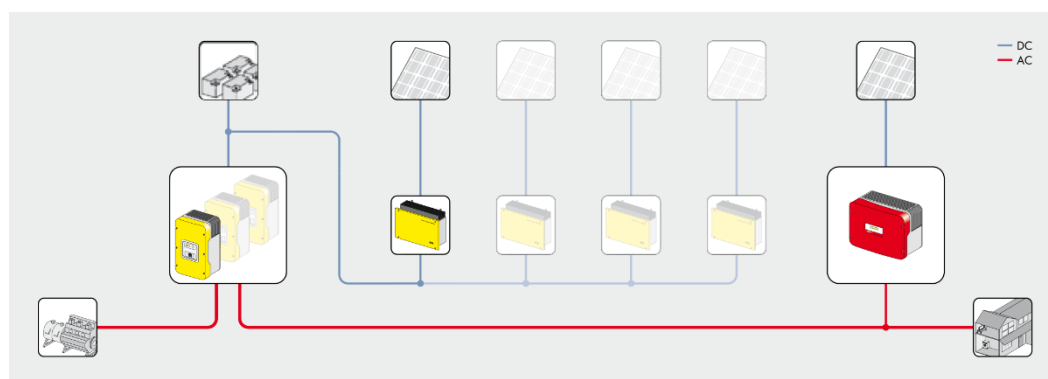
- Apto para intemperie, con IP65
- Sin ventilador
- Potencia nominal hasta 40 °C
- Garantía de SMA de 5 años

SUNNY ISLAND Charger 50

Conexión de CC de SMA: ahora con un 20 % más de potencia

Conexiones de CA y CC adaptadas mutuamente de manera óptima y de un mismo fabricante: el Sunny Island Charger 50 de SMA de uso universal. Su amplio rango de tensión de entrada de CC permite la configuración con casi cualquier módulo fotovoltaico. Gracias al seguimiento integrado del punto de máxima potencia (MPP), garantiza un rendimiento energético entre el 15 y el 30 por ciento superior a los reguladores en paralelo convencionales. Los reguladores de carga de este rango de potencia son únicos por su alta clase de protección, el funcionamiento sin ventilador y el amplio rango de temperatura para su uso incluso en condiciones difíciles. La puesta en servicio es muy fácil gracias a su montaje sencillo y a la regulación automática mediante el Sunny Island.

Datos técnicos		Sunny Island Charger 50		
	12 V	24 V	48 V	
Entrada (generador fotovoltaico)				
Potencia fotovoltaica máx.	630 W	1.250 W	2.400 W	
Tensión máx. de CC	140 V CC	140 V CC	140 V CC	
Rango óptimo de tensión MPPT	25 V - 60 V	40 V - 80 V	70 V - 100 V	
Número de seguidores del punto de máxima potencia (MPP)	1	1	1	
Corriente fotovoltaica máx.	40 A	40 A	40 A	
Salida (batería)				
Potencia nominal de CC hasta 40 °C	600 W	1.200 W	2.400 W	
Tensión nominal de la batería	12 V	24 V	48 V	
Rango de tensión CC (ajustable)	8 V - 15,6 V	16 V - 31,5 V	36 V - 65 V	
Tipo de batería	Baterías de plomo selladas y cerradas			
Corriente de carga máx. / corriente de carga constante	50 A / 50 A	50 A / 50 A	50 A / 50 A	
Regulación de carga	IUoU	IUoU	IUoU	
Rendimiento				
Rendimiento máx.	98 %	98 %	98 %	
Rendimiento europeo	97,3 %	97,3 %	97,3 %	
Protección del equipo				
Polarización inversa de CC	●	●	●	
Resistencia al cortocircuito	●	●	●	
Protección contra sobrecargas	●	●	●	
Protección contra sobretensión y subtensión	●	●	●	
Protección contra temperatura excesiva o insuficiente	●	●	●	
Datos generales				
Dimensiones (ancho / alto / fondo) en mm	421 / 310 / 143	421 / 310 / 143	421 / 310 / 143	
Peso	10 kg	10 kg	10 kg	
Clase de protección (según CEI 60529)	IP65	IP65	IP65	
Rango de temperatura de servicio	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	
Humedad del aire	0 % - 100 %	0 % - 100 %	0 % - 100 %	
Consumo característico diurno	< 5 W	< 5 W	< 5 W	
Consumo característico nocturno	< 3 W	< 3 W	< 3 W	
Características y funciones				
Indicación	LED de varios colores	LED de varios colores	LED de varios colores	
Parametrización	Plug and Play en combinación con interruptor DIL SI 5048, SI 2224, SI 2012 (se requiere Sync Bus Piggy-Back) para aplicaciones independientes			
Funcionamiento en paralelo	Hasta 4 equipos	Hasta 4 equipos	Hasta 4 equipos	
Interfaz: Sync Bus Piggy-Back	o	o	o	
Sensor de temperatura externo (tipo KTY)	o	o	o	
Garantía: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 años	●/o/o/o/o/o	●/o/o/o/o/o	●/o/o/o/o/o	
Certificados y autorizaciones	CE	CE	CE	
● De serie o opcional – no disponible				
Designación de tipo	SIC50-MPT	SIC50-MPT	SIC50-MPT	



2.5.3.4 Inversor

SUNNY ISLAND 6.0H / 8.0H PARA SISTEMAS AISLADOS (OFF GRID)



Sencillo

- OptiUse: rápida instalación y puesta en servicio, manejo simplificado
- OptiBat: siempre al día con la visualización del estado de carga

Resistente

- IP 54: protección óptima frente al polvo y la humedad
- OptiCool: mayor rango de temperatura
- OptiPower: funcionamiento más seguro en cualquier situación

Flexible

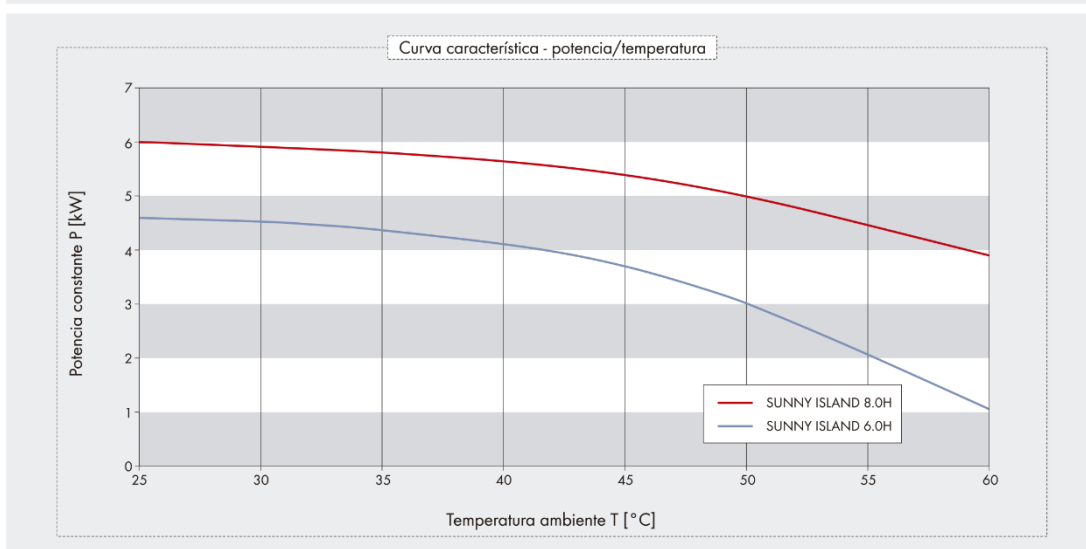
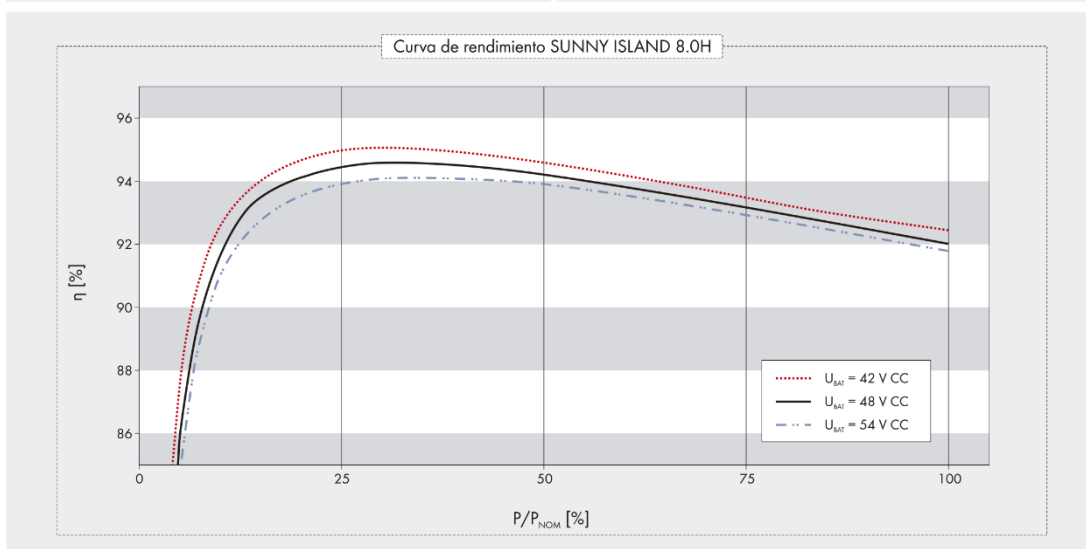
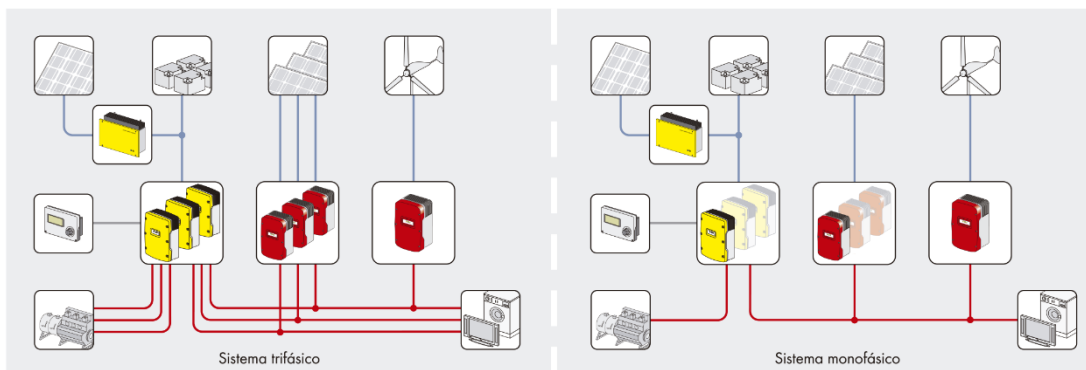
- Para sistemas de 3 kW a 300 kW
- Diseño preciso
- Compatible con tecnología multiclustor

SUNNY ISLAND 6.0H / 8.0H

Sencillo, robusto y flexible

Más resistente que su predecesor: el nuevo Sunny Island convence por su elevada clase de protección y su amplio rango de temperatura. La humedad, el polvo y los cambios de temperatura no afectan, incluso durante 20 años, a su buen funcionamiento. Gracias a OptiCool, no es necesario hacer concesiones en cuanto a la capacidad de sobrecarga y la rentabilidad. Y aún hay más: la inteligente gestión de la energía y de la carga OptiPower garantiza el funcionamiento también en situaciones difíciles. OptiUse hace que la instalación, la puesta en servicio y el uso diario sean más fáciles que nunca: con detección de campo giratorio, guía de configuración rápida y manejo intuitivo. Además, la gestión avanzada de baterías OptiBat regula automáticamente las operaciones de carga y descarga y alarga así la vida útil de los sensibles dispositivos de almacenamiento de energía. El Sunny Island es un auténtico "paquete todo incluido" para lograr un suministro energético fiable y autónomo.

SUNNY ISLAND 6.0H / 8.0H



Datos en condiciones nominales

2.5.3.4 Sistema de control



SUNNY REMOTE CONTROL

SRC-20



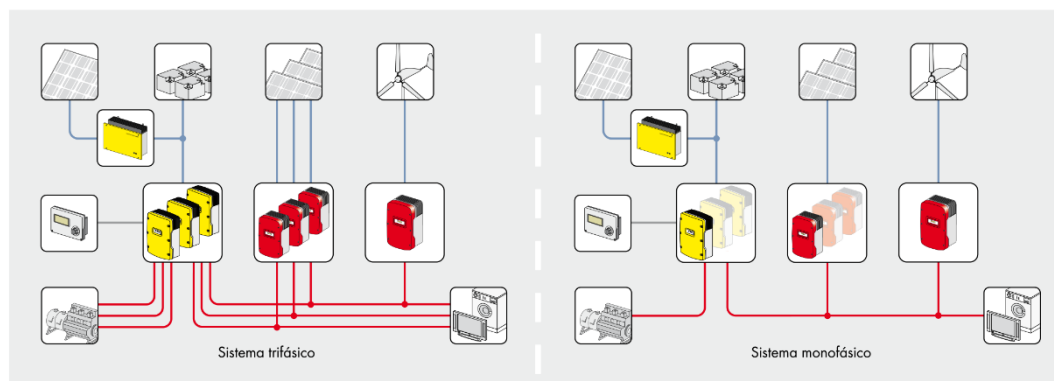
Flexible <ul style="list-style-type: none"> Unidad de mando y de visualización Cobertura de hasta 20 metros Montaje mural o sobre carril DIN 	<ul style="list-style-type: none"> Para sistemas con Sunny Island 2224 Sunny Island 6.0H / 8.0H 	Sencillo <ul style="list-style-type: none"> Un cable para la conexión eléctrica y la comunicación Manejo intuitivo mediante interruptor giratorio Un SRC-20 por cada sistema 	Comunicativo <ul style="list-style-type: none"> Pantalla clara de cuatro líneas Tarjeta SC como interfaz de servicio
--	---	--	---

SUNNY REMOTE CONTROL

Más flexibilidad para Sunny Island

Los sistemas Sunny Island con el Sunny Remote Control permiten un manejo aún más flexible y sencillo: para el confort del usuario hemos desplazado la unidad de mando al exterior. El usuario ya no necesita estar al lado del inversor para poner en funcionamiento los inversores de red aislada y monitorizarlos. El Sunny Remote Control tiene una cobertura máxima de 20 metros y procesa información de hasta tres equipos. El interruptor giratorio ofrece un manejo intuitivo y la pantalla de cuatro líneas informa sobre el estado actual de la instalación de un vistazo. Una tarjeta SD sirve de interfaz de servicio. También convincente es el montaje sencillo del SRC-20: para la conexión eléctrica y la comunicación solo necesita un cable. Enchúfelo en los dos lados y el equipo estará listo para su instalación y puesta en servicio así como para consultar información de la instalación.

Datos técnicos	Sunny Remote Control
Visualización y manejo	
Pantalla	4 x 20 caracteres
Manejo	Interruptor giratorio
Interfaces	
Tensión de alimentación de CC	12 V (de SI 2224 o SI 6.0H / 8.0H cable de datos)
Corriente nominal	200 mA
Almacenamiento de datos y servicio	Tarjeta SD/MMC 128 MB 1 GB
Comunicación	RS422
Cable de datos	Latiguillo CAT5e-FTP (2 conectores RJ45)
Longitud de cable máx.	20 m
Peso y dimensiones	
Anchura x altura x profundidad	225 x 140 x 65 mm
Peso	Aprox. 400 g
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente	0 °C ... +50 °C
Tipo de protección del equipo	
Conforme a la norma DIN EN 60529	IP 20
Certificación	
	CE
Accesorios	
Tarjeta SD/MMC	128 MB (incluida)
Cable de datos	Latiguillo CAT5e-FTP, 5 m (incluido)
Modelo comercial	SRC-20
Actualizado: abril de 2013	

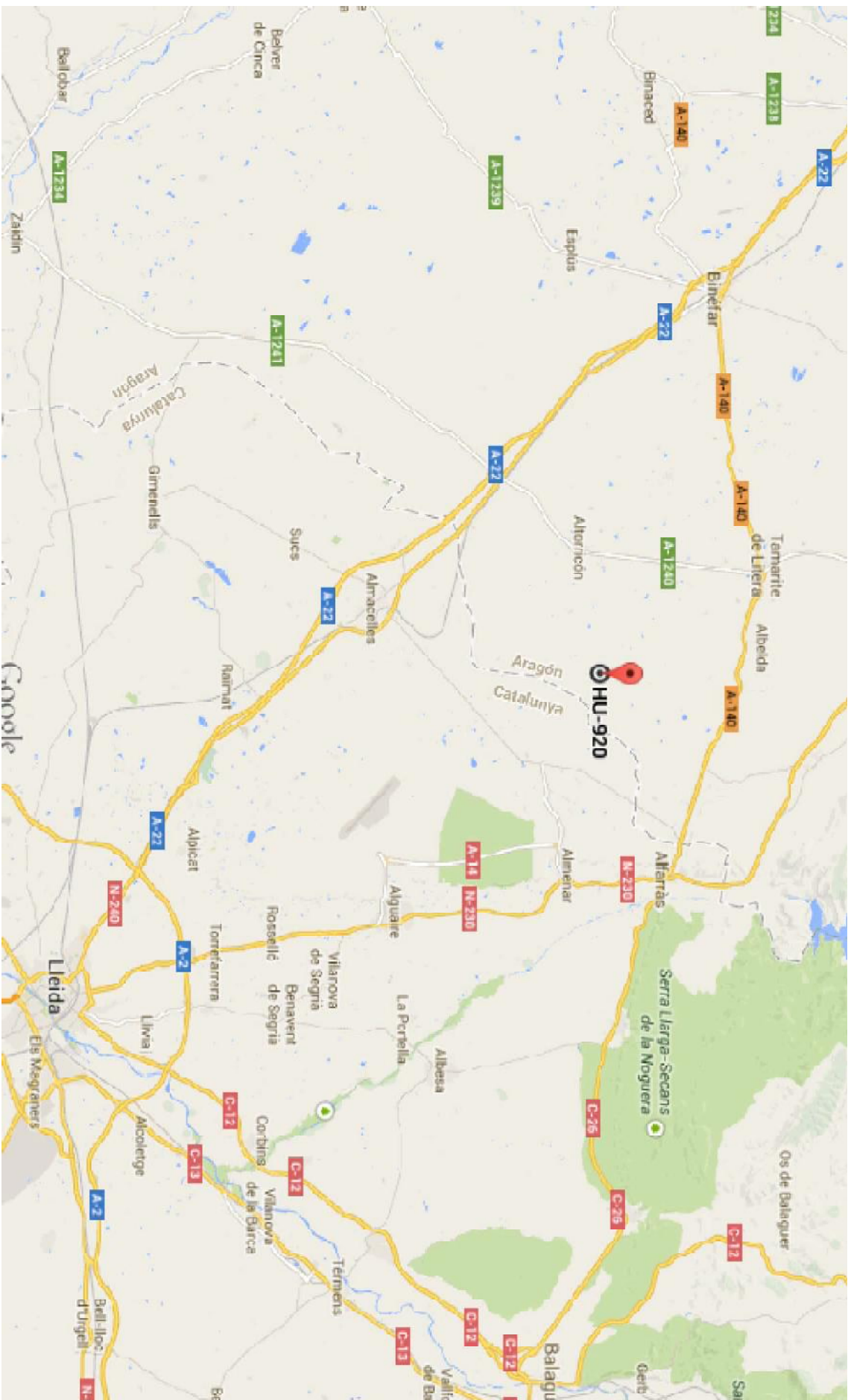



SRC20DES12110 SMA y Sunny Island son marcas registradas de SMA Solar Technology AG. Los textos e imágenes se corresponden con el estado técnico del momento de la impresión. Reservados todos los derechos de realizar modificaciones técnicas. No se asumen responsabilidades por errores de impresión. Impreso en papel libre de cloro.

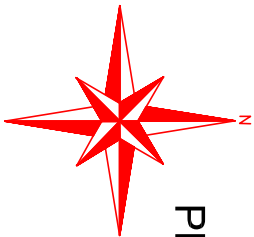
3.PLÀNOLS

ÍNDEX PLÀNOLS


3. Plànols.....	221
3.1 Plànol de situació	221
3.2 Plànol d'emplaçament	223
3.3 Situació de les instal·lacions.....	225
3.4 Esquema instal·lació ACS	227
3.5 Esquema instal·lació bombeig FV	229
3.6 Esquema unifilar instal·lació FV	231
3.7 Connexionat mòduls FV	233
3.8 Connexionat Bateria	235

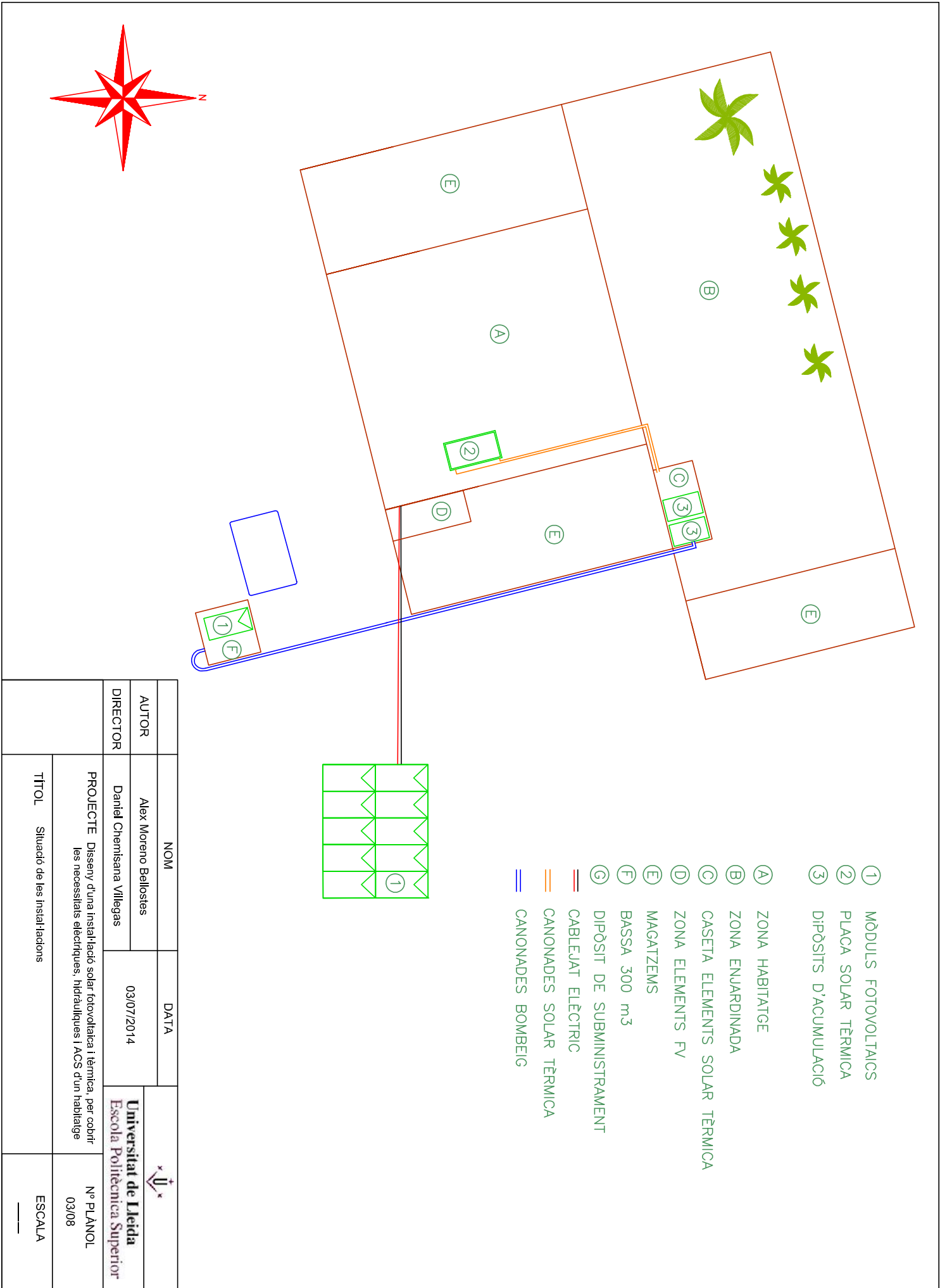


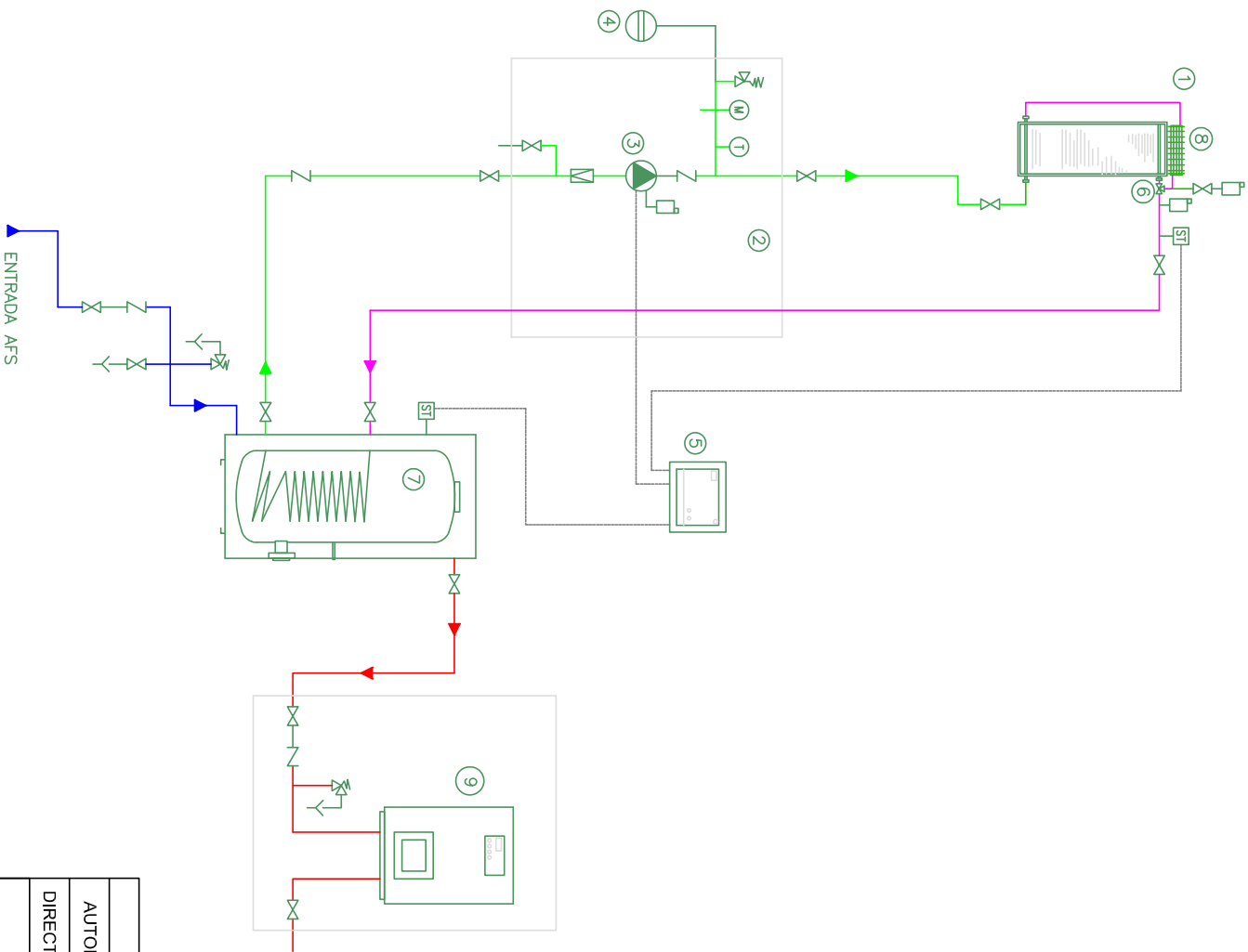
	NOM		DATA	 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior
AUTOR	Alex Moreno Bellóstes		03/07/2014	
DIRECTOR	Daniel Chemisana Villegas			
PROJECTE		Disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica i tèrmica, per cobrir les necessitats elèctriques, hidràuliques i ACS d'un habitatge		
TÍTOL		Plànol de situació		ESCALA 1:200000



PLÀNOL DE EMPLAÇAMENT

	NOM		DATA		 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior
AUTOR	Alex Moreno Bellostes		03/07/2014		
DIRECTOR	Daniel Chenisana Villegas				
PROJECTE			Disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica i tèrmica, per cobrir les necessitats elèctriques, hidràuliques i ACS d'un habitatge		Nº PLÀNOL 02/08
TÍTOL			Plànol d'emplaçament		ESCALA 1:2000

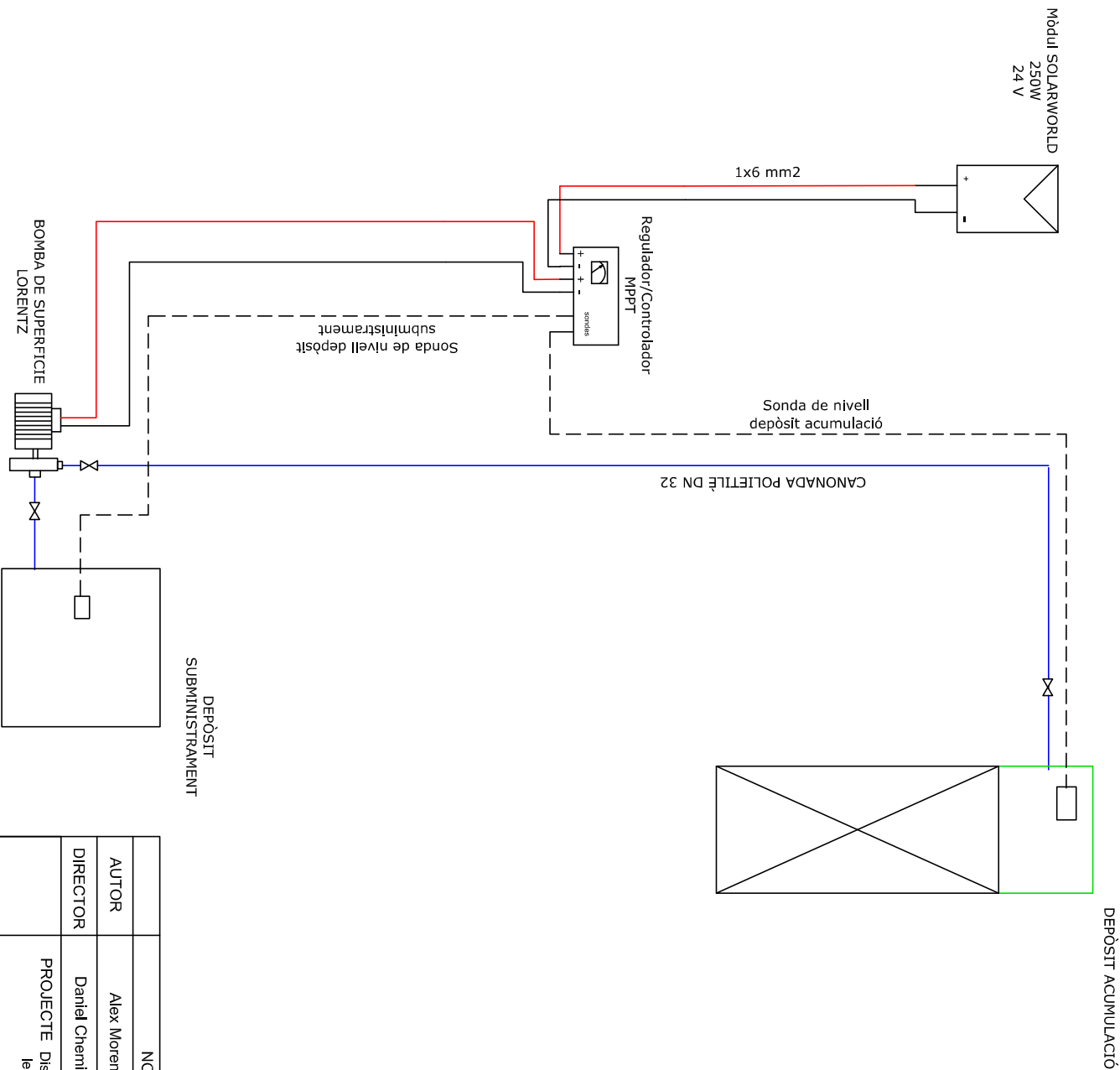





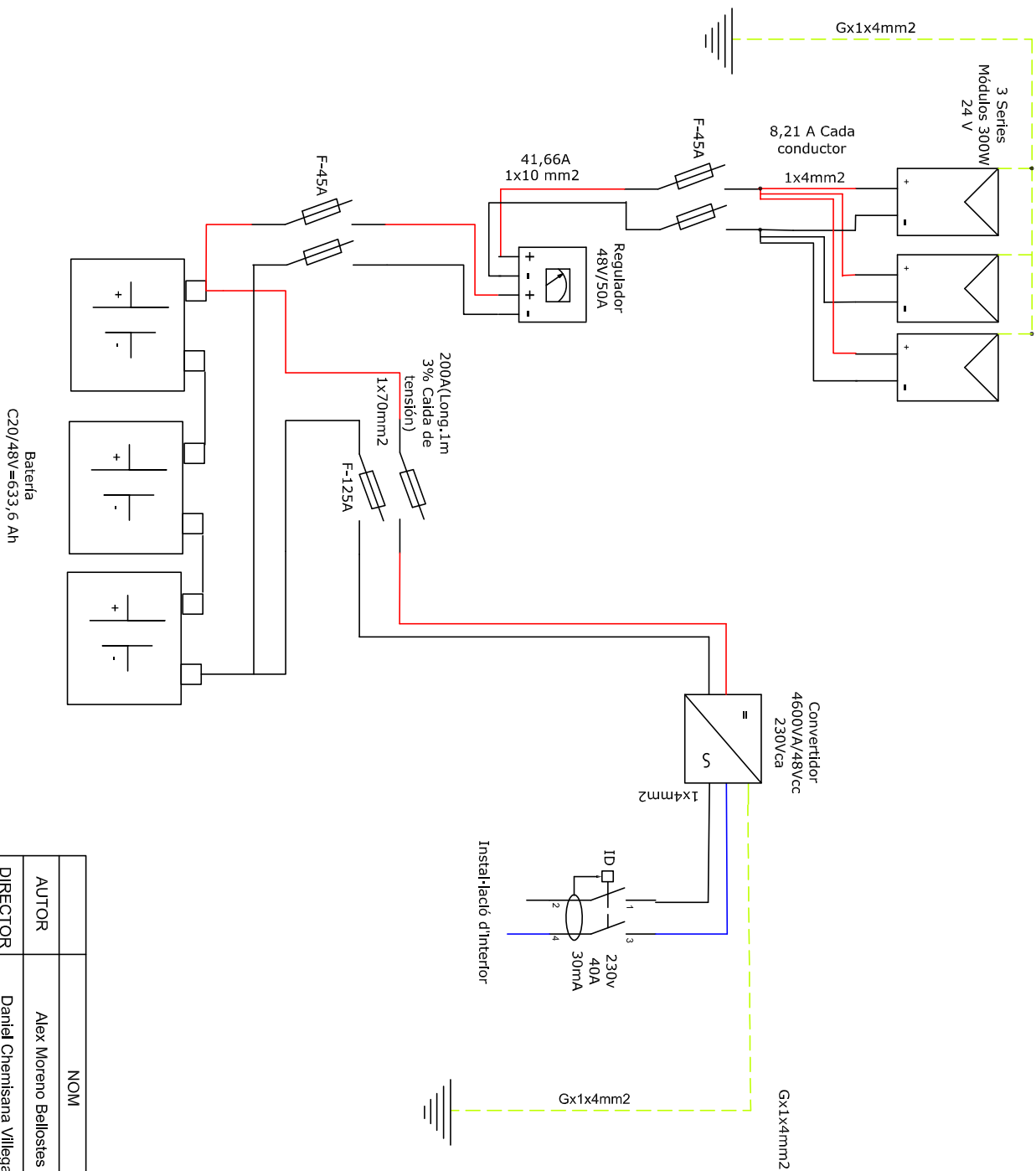
- VALVULA DE ESFERA DE 3/4"
- VALVULA DE RETENCIÓ DE 3/4"
- PURGADOR D'AIRE
- SONDA DE TEMPERATURA DEL SISTEMA REGULACIÓ
- TERMOMETRE
- MANÓMETRE
- VALVULA DE SEGURITAT DE 3/4
- REGULADOR DE CABAL
- FILTRE ASPIRACIÓ
- VALVULA DE BUDAT 1/2"
- Y
- 1 CAPTADOR SOLAR (1 UNITAT)
- 2 CONJUNT HIDRÀULIC COMPLETO
- 3 BOMBA
- 4 VAS D'EXPANSIÓ, capacidat 2litres
- 5 SISTEMA REGULACIÓ SOLAR
- 6 VALVULA TERMOSTÀTICA DISIPADOR
- 7 INTERACUMULADOR SOLAR (120litros)
- 8 DISIPADOR ESTÀTIC
- 9 SISTEMA AUXILIAR GAS BUTA


- CONDUCTE DE COURE 16/18 PER A AFS
- CONDUCTE DE COURE 16/18 PER ACS
- CONDUCTE DE COURE 16/18 IMPULSIÓ CIRCUITO SOLAR
- CONDUCTE DE COURE 16/18 RETORN CIRCUIT SOLAR

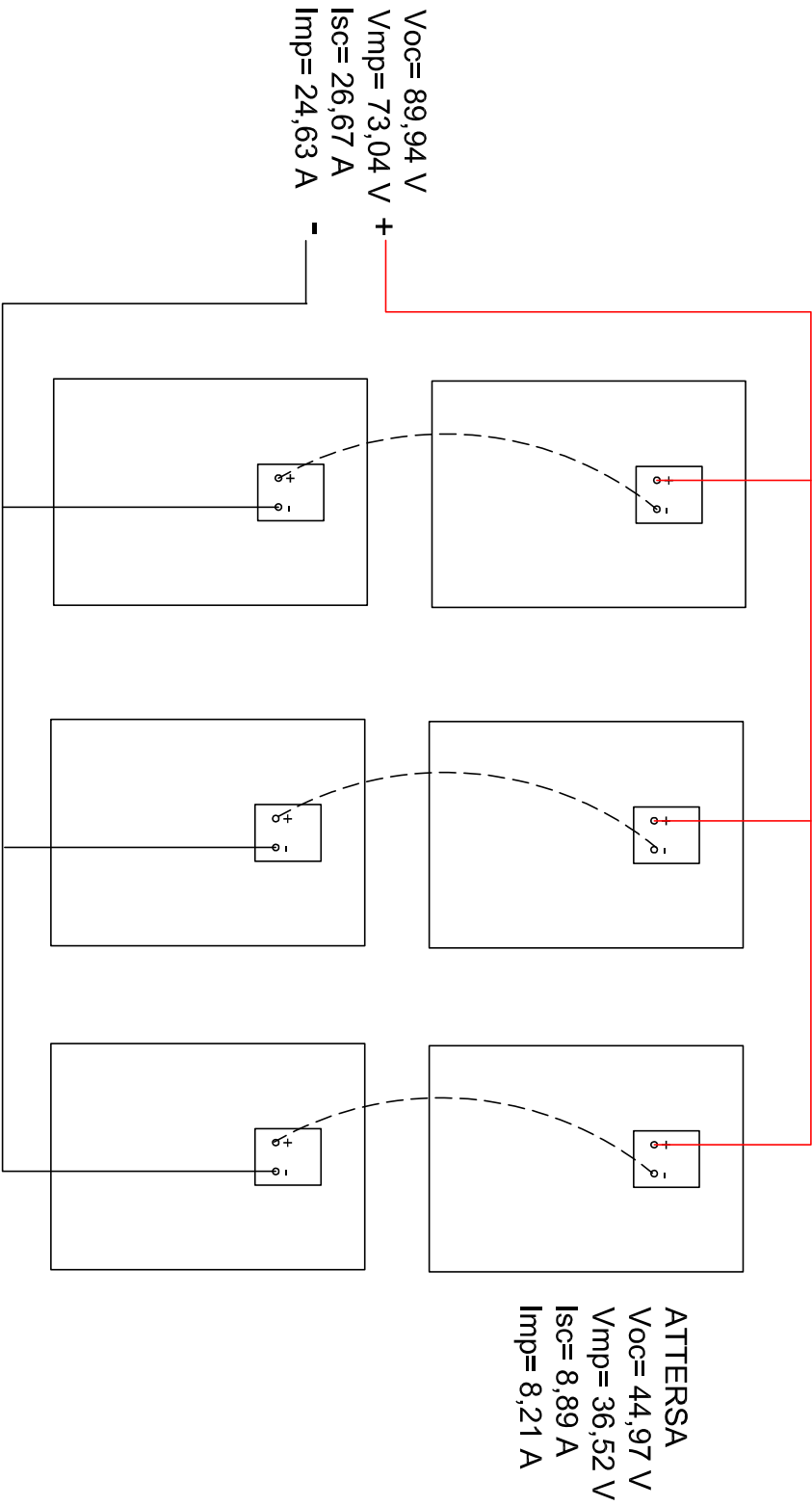
NOM		DATA		Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	
AUTOR	Alex Moreno Bellostes	03/07/2014			
DIRECTOR	Daniel Chemisana Villegas				
PROJECTE Disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica i tèrmica per cobrir les necessitats elèctriques, hidràuliques i ACS d'un habitatge				Nº PLÀNOL 04/08	
TÍTOL Diagrama ACS				ESCALA	




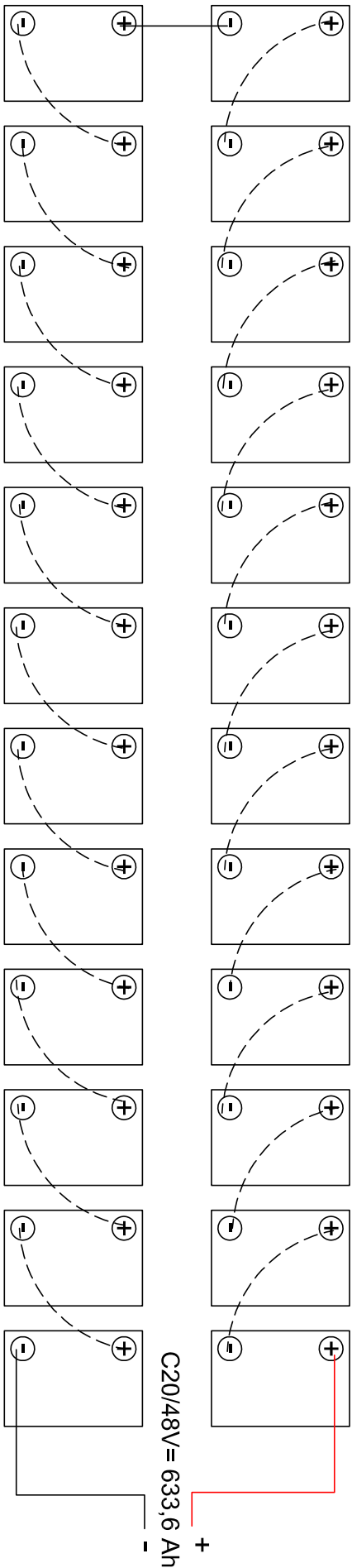
	NOM		DATA		 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior
AUTOR	Alex Moreno Bellóstes		03/07/2014		
DIRECTOR	Daniel Chenisana Villegas				
	PROJECTE Disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica i tèrmica, per cobrir les necessitats elèctriques, hidràuliques i ACS d'un habitatge				Nº PLÀNOL 05/08
	TÍTOL Esquema bombeg FV				ESCALA —————




	NOM	DATA	 Universitat de Lleida Escola Politécnica Superior
AUTOR	Alex Moreno Bellostes	03/07/2014	
DIRECTOR	Daniel Chenisana Villegas		
PROJECTE	Disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica i tèrmica per cobrir les necessitats elèctriques, hidràuliques i ACS d'un habitatge		Nº PLÀNOL 06/08
TTOL	Esquema unifilar Solar Fotovoltaica		ESCALA ---



	NOM		DATA		 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior
AUTOR	Alex Moreno Bellostes		03/07/2014		
DIRECTOR	Daniel Chenisana Villegas				
PROJECTE Disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica i tèrmica, per cobrir les necessitats elèctriques, hidràuliques i ACS d'un habitatge					
TÍTOL Connexional mòduls FV					
Nº PLÀNOL 07/08					
ESCALA					



HOPPECKE
C20/2V = 633,6 Ah

	NOM		DATA		 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior
AUTOR	Alex Moreno Bellostes		03/07/2014		
DIRECTOR	Daniel Chenisana Villegas				
PROJECTE			Disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica i tèrmica, per cobrir les necessitats elèctriques, hidràuliques i ACS d'un habitatge		Nº PLÀNOL 08/08
TÍTOL			Connexional bateries		ESCALA —————

4.PLEC DE CONDICIONS

ÍNDIX PLEC DE CONDICIONS

4. Plec de condicions	241
4.1 Solar tèrmica	241
4.1.1 Normativa	241
4.1.1.1 Normativa d'aplicació	241
4.1.1.2 Normativa de consulta	242
4.1.2 Condicions generals de la instal·lació	243
4.1.2.1 Condicions generals	243
4.1.2.2 Fluid de treball	244
4.1.2.3 Protecció contra gelades	244
4.1.2.4 Sobreescalfaments	245
4.1.3 Criteris generals de càlcul	247
4.1.3.1 Sistema de captació	247
4.1.3.1.1 Generalitats	247
4.1.3.1.2 Connexionat	247
4.1.3.1.3 Estructura suport	248
4.1.3.2 Sistema d'acumulació solar	248
4.1.3.2.1 Generalitats	248
4.1.3.2.2 Situació de les connexions	249
4.1.3.3 Sistema d'intercanvi	250
4.1.3.4 Circuit hidràulic	251
4.1.3.4.1 Generalitats	251
4.1.3.4.2 Canonades	251
4.1.3.5 Bombes	251
4.1.3.6 Vasos d'expansió	252
4.1.3.7 Purga d'aire	252
4.1.3.8 Drenatge	252
4.1.3.9 Sistema d'energia convencional auxiliar	253
4.1.3.10 Sistema de control	253
4.1.3.11 Sistema de mesura	254
4.1.4.1 Captadors solars	255
4.1.4.2 Acumuladors	256
4.1.4.3 Intercanviador de calor	257
4.1.4.4 Bombes de circulació	257
4.1.4.5 Canonades	258

4.1.4.6 Vàlvules.....	258
4.1.4.7 Vasos d'expansió	259
4.1.4.8 Purgadors.....	259
4.1.4.9 Sistema d'ompliment	260
4.1.4.10 Sistema elèctric i de control	260
4.1.5 Manteniment.....	261
4.1.5.1 Pla de vigilància	261
4.1.5.2 Pla de manteniment.....	261
4.2 Solar fotovoltaica.....	265
4.2.1 Criteris generals de càlcul.....	265
4.2.1.1 Orientació inclinació i ombres	265
4.2.1.2 Dimensionat del sistema.....	265
4.2.1.3 Sistema de monitorització.....	266
4.2.2 Components i materials.	267
4.2.2.1 Generalitats	267
4.2.2.2 Generador fotovoltaics	268
4.2.2.3 Estructura suport	269
4.2.2.4 Acumulador de plom-àcid	270
4.2.2.5 Reguladors de càrrega	271
4.2.2.6 Inversor	273
4.2.2.7 Cargues de consum	275
4.2.2.7 Cablejat	276
4.2.2.8 Proteccions i posta a terra	277
4.2.3 Recepció i proves	277
4.2.4 Requeriments tècnics del contracte de manteniment.	278
4.2.4.1 Generalitats	278
4.2.4.2 Programa de manteniment	279
4.2.4.3 Garanties.....	280

4. Plec de condicions

4.1 Solar tèrmica

4.1.1 Normativa

4.1.1.1 Normativa d'aplicació

Código Técnico de la Edificación (CTE).

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas.

Reglamento de Recipientes a Presión (RAP).

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC.BT).

Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT).

Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (LPAA).

Ley número 88/67 de 8 de noviembre: Sistema Internacional de Unidades de Medida SI.

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Orden de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares.

Orden ITC/71/2007, de 22-01-2007, por la que se modifica el anexo de la Orden 28-07-1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de paneles solares.

Orden ITC/2761/2008, de 26 de septiembre, por la que se amplía el plazo establecido en la disposición transitoria segunda de la Orden ITC/71/2007, de 22 de enero, por la que se modifica el anexo de la Orden de 28 de julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de paneles solares.

4.1.1.2 Normativa de consulta

UNE-EN 12975-1: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Captadores solares. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 12975-2: Sistemas solares tèrmics y sos componentes. Captadores solares. Parte 2: Métodos de ensayo.

UNE-EN 12976-1: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 12976-2: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 2: Métodos de ensayo.

UNE-EN 12977-1: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 12977-2: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 2: Métodos de ensayo.

UNE-EN 12977-3: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Parte 3: Caracterización del funcionamiento de acumuladores para las instalaciones de calefacción solares.

UNE 94002: Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda de energía térmica.

UNE 94003: Datos climáticos para el dimensionado de las instalaciones solares térmicas.

prEN 806-1: Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General.

prEN 1717: Protection against pollution of potable water in drinking water installations and general requirements of devices to prevent pollution by back flow.

EN 60335-1/1995: Safety of household and similar electrical appliances. Part 1: General requirements (IEC 335-1/1991 modified).

EN 60335-2-21: Safety of household and similar electrical appliances. Part 2: Particular requirements for storage water heaters (IEC 335-2-21/1989 + Amendments 1/1990 and 2/1990, modified).

ENV 61024-1: Protection of structures against lightning. Part 1: General principles (IEC 1024-1/1990, modified).

Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. ISO 9488: Energía solar.Vocabulario.

Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

4.1.2 Condicions generals de la instal·lació

4.1.2.1 Condicions generals

L'objectiu bàsic del sistema solar és subministrar a l'usuari una instal·lació solar que:

- a) optimitzi l'estalvi energètic global de la instal·lació en combinació amb la resta d'equips tèrmics de l'edifici;
- b) garanteixi una durabilitat i qualitat suficients;
- c) garanteixi un ús segur de la instal·lació.

Les instal·lacions es realitzaran amb un circuit primari i un circuit secundari independents, amb producte químic anticongelant, evitant qualsevol tipus de barreja dels diferents fluids que poden operar en la instal·lació.

En instal·lacions que compten amb més de 10 m² de captació corresponent a un sol circuit primari, aquest serà de circulació forçada.

Si la instal·lació ha de permetre que l'aigua arribi a una temperatura de 60 ° C, no s'admetrà la presència de components d'acer galvanitzat.

Pel que fa a la protecció contra descàrregues elèctriques, les instal·lacions han de complir amb el que fixa en la reglamentació vigent i en les normes específiques que la regulen.

S'instal·laran maneguets electrolítics entre elements de diferents materials per evitar el parell galvànic.

4.1.2.2 Fluid de treball

El fluid portador es seleccionarà d'acord amb les especificacions del fabricant dels captadors. Es poden utilitzar com fluids en el circuit primari aigua de la xarxa, aigua desmineralitzada o aigua amb additius, segons les característiques climatològiques del lloc de instal·lació i de la qualitat de l'aigua emprada. En cas d'utilització d'altres fluids tèrmics es incloure en el projecte la seva composició i la seva calor específic.

El fluid de treball tindrà un pH a 20 ° C entre 5 i 9, i un contingut en sals que s'ajustarà als assenyalats en els punts següents:

a) la salinitat de l'aigua del circuit primari no excedirà de 500 mg / l totals de sals solubles.

En el cas de no disposar d'aquest valor es prendrà el de conductivitat com a variable limitant, no sobrepassant els 650 S / cm;

b) el contingut en sals de calci no excedirà de 200 mg / l, expressats com a contingut en carbonat càlcic;

c) el límit de diòxid de carboni lliure contingut en l'aigua no excedirà de 50 mg / l.

Fora d'aquests valors, l'aigua ha de ser tractada.

4.1.2.3 Protecció contra gelades

El fabricant, subministrador final, instal·lador o dissenyador del sistema haurà de fixar la mínima temperatura permesa en el sistema. Totes les parts del sistema que estiguin exposades a l'exterior han de poder suportar la temperatura especificada sense danys permanents en el sistema.

Qualsevol component que hagi de ser instal·lat a l'interior d'un recinte on la temperatura pugui caure per sota dels 0 ° C, ha d'estar protegit contra les gelades.

La instal·lació estarà protegida, amb un producte químic no tòxic el calor específica no serà inferior a 3 kJ / kg K, en 5 ° C per sota de la mínima històrica registrada a fi de no produir danys en el circuit primari de captadors per gelades. Addicionalment aquest producte químic mantindrà totes les seves propietats físiques i químiques dins dels intervals mínim i màxim de temperatura permesa per tots els components i materials de la instal·lació.

Es podrà utilitzar un altre sistema de protecció contra gelades que, aconseguint els mateix nivells de protecció, sigui aprovat per l'Administració competent.

4.1.2.4 Sobreescalfaments

Protecció contra sobreescalfaments

S'ha de dotar les instal·lacions solars de dispositius de control manuals o automàtics que evitin els sobreescalfaments de la instal·lació que puguin danyar els materials o equips i penalitzin la qualitat del subministrament energètic. En el cas de dispositius automàtics, s'evitaran de manera especial les pèrdues de fluid anticongelant, el farciment amb una connexió directa a la xarxa i el control del sobreescalfament mitjançant la despesa excessiva d'aigua de xarxa. Especial cura es tindrà amb les instal·lacions d'ús estacional en què en el període de no utilització es prendran mesures que evitin el sobreescalfament pel no ús de la instal·lació.

Quan el sistema disposi de la possibilitat de drenatges com a protecció davant sobreescalfaments, la construcció s'ha de fer de tal manera que l'aigua calenta o vapor del drenatge no suposin cap perill per als habitants i no es produeixin danys en el sistema, ni en cap altre material a l'edifici o habitatge.

Quan les aigües siguin dures, és a dir amb una concentració en sals de calci entre 100 i 200 mg / l, es realitzaran les previsions necessàries perquè la temperatura de treball de qualsevol punt del circuit de consum no sigui superior a 60 ° C, sense perjudici de l'aplicació dels requeriments necessaris contra la legionel·la. En qualsevol cas, es disposaran els mitjans necessaris per facilitar la neteja dels circuits.

Protecció contra cremades

En sistemes d'aigua calenta sanitària, on la temperatura d'aigua calenta en els punts de consum pugui excedir de 60 ° C cal instal·lar un sistema automàtic de mescla o un altre sistema que limiti la temperatura de subministrament a 60 ° C, encara que en la part solar pugui arribar a una temperatura superior per sufragar les pèrdues. Aquest sistema ha de ser capaç de suportar la màxima temperatura possible d'extracció del sistema solar.

Protecció de materials contra altes temperatures

El sistema ha de ser calculat de tal manera que mai s'excedeixi la màxima temperatura permesa per tots els materials i components.

Resistència a pressió

Els circuits s'han de sotmetre a una prova de pressió de 1,5 vegades el valor de la pressió màxima de servei. Es assajarà el sistema amb aquesta pressió durant almenys

una hora no produint danys permanents ni fuites en els components del sistema i en les seves interconnexions. Passat aquest temps, la pressió hidràulica no haurà de caure més d'un 10% del valor mitjà mesurat al principi de l'assaig.

El circuit de consum haurà de suportar la màxima pressió requerida per les regulacions nacionals / europees d'aigua potable per instal·lacions d'aigua de consum obertes o tancades.

En cas de sistemes de consum oberts amb connexió a la xarxa, es tindrà en compte la màxima pressió de la mateixa per verificar que tots els components del circuit de consum suporten aquesta pressió.

Prevenició de flux invers

L' instal·lació del sistema ha d'assegurar que no es produeixin pèrdues energètiques rellevants degudes a fluxos inversos no intencionats en cap circuit hidràulic del sistema.

La circulació natural que produeix el flux invers es pot afavorir quan l'acumulador es troba per sota del captador pel que caldrà prendre, en aquests casos, les precaucions oportunes per evitar-ho.

Per evitar fluxos inversos és aconsellable la utilització de vàlvules antiretorn, llevat que l'equip sigui per circulació natural.

4.1.3 Criteris generals de càlcul

4.1.3.1 Sistema de captació

4.1.3.1.1 Generalitats

El captador seleccionat haurà de posseir la certificació emesa per l'organisme competent en la matèria segons el que regula el RD 891/1980 de 14 d'Abril, sobre homologació dels captadors solars i en l'Ordre de 28 de Juliol de 1980 per la qual s'aproven les normes i instruccions tècniques complementàries per a l'homologació dels captadors solars, o la certificació o condicions que consideri la reglamentació que el substitueixi.

Es recomana que els captadors que integren la instal·lació siguin del mateix model, tant per criteris energètics com per criteris constructius.

A les instal·lacions destinades exclusivament a la producció d'aigua calenta sanitària mitjançant energia solar, es recomana que els captadors tinguin un coeficient global de pèrdues, referit a la corba de rendiment en funció de la temperatura ambient i temperatura d'entrada, menor de $10 \text{ Wm}^2 / ^\circ \text{C}$, segons els coeficients definits en la normativa en vigor.

4.1.3.1.2 Connexionat

S'ha de prestar especial atenció a l'estanquitat i durabilitat de les connexions del captador.

Els captadors es disposaran en files constituïdes, preferentment, pel mateix nombre de elements. Les files de captadors es poden connectar entre si en paral·lel, en sèrie o en sèrie - paral·lel, havent instal·lar vàlvules de tancament, a l'entrada i sortida de les diferents bateries de captadors i entre les bombes, de manera que puguin utilitzar-se per aïllament d'aquests components en tasques de manteniment, substitució, etc. A més s'instal·larà una vàlvula de seguretat per fila amb la finalitat de protegir la instal·lació.

Dins de cada fila els captadors es connectaran en sèrie o en paral·lel. El nombre de captadors que es poden connectar en paral·lel tindrà en compte les limitacions del fabricant. En el cas de que l'aplicació sigui exclusivament de ACS es podran connectar en sèrie fins a 10 m^2 a les zones climàtiques I i II, fins a 8 m^2 a la zona climàtica III i fins a 6 m^2 a les zones climàtiques IV i V.

La connexió entre captadors i entre files es realitzarà de manera que el circuit resulti equilibrat hidràulicament recomanant el retorn invertit davant de la instal·lació de vàlvules de equilibrat

4.1.3.1.3 Estructura suport

S'aplicarà a l'estructura suport les exigències del Codi Tècnic de l'Edificació pel que fa a seguretat.

El càlcul i la construcció de l'estructura i el sistema de fixació de captadors permetrà les necessàries dilatacions tèrmiques, sense transferir càrregues que puguin afectar la integritat dels captadors o al circuit hidràulic.

Els punts de subjecció del captador seran suficients en nombre, tenint l'àrea de suport i posició relativa adequades, de manera que no es produeixin flexions en el captador, superiors a les permeses pel fabricant.

Els topalls de subjecció de captadors i la pròpia estructura no faran ombra sobre els captadors.

Al cas d'instal·lacions integrades en coberta que facin les vegades de la coberta de l'edifici, la estructura i l'estanquitat entre captadors s'ajustarà a les exigències indicades a la part corresponent del Codi Tècnic de l'Edificació i altra normativa d'aplicació.

4.1.3.2 Sistema d'acumulació solar

4.1.3.2.1 Generalitats

El sistema solar s'ha de concebre en funció de l'energia que aporta al llarg del dia i no en funció de la potència del generador (captadors solars), per tant s'ha de preveure una acumulació acord amb la demanda al no ser aquesta simultània amb la generació.

Per a l'aplicació d'ACS, l'àrea total dels captadors tindrà un valor tal que es compleixi la condició:

$$50 < V/A < 180$$

Sent:

A, la suma de les àrees dels captadors [m^2];

V, el volum del dipòsit d'acumulació solar [litres].

Preferentment, el sistema d'acumulació solar estarà constituït per un sol dipòsit, serà de configuració vertical i estarà ubicat en zones interiors. El volum d'acumulació podrà fraccionar-se en dos o més dipòsits, que es connectaran, preferentment, en sèrie invertida en el circuit de consum o en paral·lel amb els circuits primaris i secundaris equilibrats.

Per instal·lacions prefabricades, a efectes de prevenció de la legionel·losi s'assoliran els nivells tèrmics necessaris segons normativa mitjançant el no ús de la instal·lació. Per a la resta de les instal·lacions i únicament amb la finalitat i amb la periodicitat que contempli la legislació vigent referent a la prevenció i control de la legionel·losi, és admissible preveure un connexionat puntual entre el sistema auxiliar i l'acumulador solar, de manera que es pugui escalfar aquest últim amb l'auxiliar. En ambdós casos haurà d'ubicar un termòmetre la lectura del qual sigui fàcilment visible per l'usuari. Tanmateix, es podran realitzar altres mètodes de tractament antilegionel·la permesos per la legislació vigent.

Els acumuladors dels sistemes grans a mida amb un volum major de 2 m^3 han de portar vàlvules de tall o altres sistemes adequats per tallar fluxos a l'exterior del dipòsit no intencionats en cas de danys del sistema.

Per instal·lacions de climatització de piscines exclusivament, no es podrà utilitzar cap volum d'acumulació, encara que es podrà utilitzar un petit emmagatzematge d'inèrcia en el primari.

4.1.3.2.2 Situació de les connexions

Les connexions d'entrada i sortida es situaran de manera que s'evitin camins preferents de circulació del fluid i, a més:

- a) la connexió d'entrada d'aigua calenta procedent de l'intercanviador o dels captadors a l'interacumulador es realitzarà, preferentment a una altura compresa entre el 50% i el 75% de l'altura total del mateix;
- b) la connexió de sortida d'aigua freda de l'acumulador cap a l'intercanviador o els captadors es realitzarà per la part inferior d'aquest;

c) la connexió de retorn de consum a l'acumulador i aigua freda de xarxa es realitzaran per la part inferior;

d) l'extracció d'aigua calenta de l'acumulador es realitzarà per la part superior.

Als casos en degudament justificades en què sigui necessari instal·lar dipòsits horitzontals les preses d'aigua calenta i freda estaran situades en extrems diagonalment oposats.

La connexió dels acumuladors permetrà la desconexió individual dels mateixos sense interrompre el funcionament de la instal·lació.

No es permet la connexió d'un sistema de generació auxiliar en l'acumulador solar, ja que això pot suposar una disminució de les possibilitats de la instal·lació solar per proporcionar les prestacions energètiques que es pretenen obtenir amb aquest tipus d'instal·lacions. Per als equips d'instal·lacions solars que vinguin preparats de fàbrica per a albergar un sistema auxiliar elèctric, s'haurà anul·lar aquesta possibilitat de forma permanent, mitjançant segellat irreversible o altre mitjà.

4.1.3.3 Sistema d'intercanvi

Per el cas d'intercanviador independent, la potència mínima de l'intercanviador P , es determinarà per les condicions de treball en les hores centrals del dia suposant una radiació solar de 1000 W/m^2 i un rendiment de la conversió d'energia solar a calor del 50%, complint la condició:

$$P \geq 500 \cdot A$$

Sent:

P potència mínima de l'intercanviador W ;

A l'àrea de captadors $[m^2]$.

Per al cas d'intercanviador incorporat a l'acumulador, la relació entre la superfície útil de intercanvi i la superfície total de captació no serà inferior a 0,15.

A cadascuna de les canonades d'entrada i sortida d'aigua de l'intercanviador de calor s'instal·larà una vàlvula de tancament pròxima al maneguet corresponent.

Es pot utilitzar el circuit de consum amb un segon intercanviador (circuit terciari).

4.1.3.4 Circuit hidràulic

4.1.3.4.1 Generalitats

Cal concebre inicialment un circuit hidràulic de per si equilibrat. Si no fos possible, el flux ha de ser controlat per vàlvules d'equilibrat.

El cabal del fluid portador es determinarà d'acord amb les especificacions del fabricant com a conseqüència del disseny del seu producte. En el seu defecte el seu valor estarà comprès entre 1,2 l/s i 2 l/s per cada 100 m² de xarxa de captadors. A les instal·lacions en què els captadors estiguin connectats en sèrie, el cabal de la instal·lació s'obtindrà aplicant el criteri anterior i dividint el resultat pel nombre de captadors connectats en sèrie.

4.1.3.4 .2 Canonades

El sistema de canonades i els seus materials han de ser tals que no existeixi possibilitat de formació d'obturacions o dipòsits de calç per a les condicions de treball. A fi d'evitar pèrdues tèrmiques, la longitud de canonades del sistema ha de ser tan curta com sigui possible i evitar al màxim els colzes i pèrdues de càrrega en general. Els trams horitzontals tindran sempre un pendent mínim de l'1 % en el sentit de la circulació.

L'aïllament de les canonades d'intempèrie ha de portar una protecció externa que asseguri la durabilitat davant les accions climatològiques admetent revestiments amb pintures asfàltiques, polièsters reforçats amb fibra de vidre o pintures acríliques. L'aïllament no deixarà zones visibles de canonades o accessoris, quedant únicament a l'exterior els elements que siguin necessaris per a el bon funcionament i operació dels components.

4.1.3.5 Bombes

Si el circuit de captadors està dotat amb una bomba de circulació, la caiguda de pressió es hauria de mantenir acceptablement baixa en tot el circuit.

Sempre que sigui possible, les bombes en línia es muntaran a les zones més fredes del circuit, tenint en compte que no es produeixi cap tipus de cavitació i sempre amb l'eix de rotació en posició horitzontal.

A instal·lacions superiors a 50 m² es muntaran dues bombes idèntiques en paral·lel, deixant una de reserva, tant al circuit primari com en el secundari. En aquest cas es preveurà el funcionament alternatiu de les mateixes, de forma manual o automàtica.

En instal·lacions de climatització de piscines la disposició dels elements serà la següent: el filtre ha de col·locar sempre entre la bomba i els captadors, i el sentit del corrent ha de ser bomba - filtre - captadors, per a evitar que la resistència d'aquest provoqui una sobrepressió perjudicial per als captadors, prestant especial atenció al seu manteniment.

La impulsió de l'aigua calenta s'ha de fer per la part inferior de la piscina, i la impulsió d'aigua filtrada en superfície.

4.1.3.6 Vasos d'expansió

Els vasos d'expansió preferentment es connectaran en l'aspiració de la bomba. L'altura en la qual se situaran els vasos d'expansió oberts serà tal que asseguri el no desbordament del fluid i la no introducció d'aire al circuit primari.

4.1.3.7 Purga d'aire

En els punts alts de la sortida de bateries de captadors i en tots aquells punts de la instal·lació on pugui quedar aire acumulat, es col·locaran sistemes de purga constituïts per ampolles de sortida d'aire i purgador manual o automàtic. El volum útil del ampolla serà superior a 100 cm³. Aquest volum pot disminuir si s'instal·la a la sortida del circuit solar i abans del intercanviador 1 des airejador amb purgador automàtic.

Al cas d'utilitzar purgadors automàtics, addicionalment, es col·locaran els dispositius necessaris per a la purga manual.

4.1.3.8 Drenatge

Els conductes de drenatge de les bateries de captadors es dissenyaran en el possible de manera que no puguin congelar-se.

4.1.3.9 Sistema d'energia convencional auxiliar

Per assegurar la continuïtat en el proveïment de la demanda tèrmica, les instal·lacions de energia solar han de disposar d'un sistema d'energia convencional auxiliar.

Queda prohibit l'ús de sistemes d'energia convencional auxiliar en el circuit primari de captadors.

El sistema convencional auxiliar es dissenya per cobrir el servei com si no es disposés del sistema solar. Només entrarà en funcionament quan sigui estrictament necessari i de manera que s'aprofitei el màxim possible l'energia extreta del camp de captació.

El sistema d'aportació d'energia convencional auxiliar amb acumulació o en línia, sempre disposarà d'un termòstat de control sobre la temperatura de preparació que en condicions normals de funcionament permetrà complir amb la legislació vigent en cada moment referent a la prevenció i control de la legionel·losi.

Al cas que el sistema d'energia convencional auxiliar no disposi d'acumulació, és a dir sigui una font instantània, l'equip serà modulant, és a dir, capaç de regular la seva potència

de manera que s'obtingui la temperatura de manera permanent amb independència de quina sigui la temperatura de l'aigua d'entrada al citat equip.

En el cas de climatització de piscines, per al control de la temperatura de l'aigua es disposarà una sonda de temperatura en el retorn d'aigua al intercanviador de calor i un termòstat de seguretat dotat de rearmament manual a la impulsió que enclavament el sistema de generació de calor. La temperatura de tarat del termòstat de seguretat serà, com a màxim, 10 ° C major que la temperatura màxima d'impulsió.

4.1.3.10 Sistema de control

El sistema de control assegurarà el correcte funcionament de les instal·lacions, procurant obtenir un bon aprofitament de l'energia solar captada i assegurant un ús adequat de l'energia auxiliar. El sistema de regulació i control comprendrà el control de funcionament dels circuits i els sistemes de protecció i seguretat contra sobreescalfaments, gelades etc.

A circulació forçada, el control de funcionament normal de les bombes del circuit de captadors, ha de ser sempre de tipus diferencial i, en cas que hi hagi dipòsit de acumulació solar, ha d'actuar en funció de la diferència entre la temperatura del fluid

portador a la sortida de la bateria dels captadors i la del dipòsit d'acumulació. El sistema de control actuarà i estarà ajustat de manera que les bombes no estiguin en marxa quan la diferència de temperatures sigui menor de 2°C i no estiguin parades quan la diferència sigui major de 7°C . La diferència de temperatures entre els punts d'arrencada i de parada de termòstat diferencial no serà menor que 2°C .

Les sondes de temperatura per al control diferencial es col·locaran a la part superior dels captadors de manera que representin la màxima temperatura del circuit de captació. El sensor de temperatura de l'acumulació es col·locarà preferentment a la part inferior en una zona no influenciada per la circulació del circuit secundari o per l'escalfament de l'intercanviador si aquest fos incorporat.

El sistema de control assegurarà que en cap cas s'assoleixin temperatures superiors a les màximes suportades pels materials, components i tractaments dels circuits.

El sistema de control assegurarà que en cap punt la temperatura del fluid de treball descendeixi per sota d'una temperatura 3 graus superior a la de congelació del fluid. Alternativament al control diferencial, es podran utilitzar sistemes de control accionats en funció de la radiació solar.

Les instal·lacions amb diverses aplicacions estaran dotades amb un sistema individual per seleccionar la posada en marxa de cadascuna d'elles, complementat amb un altre que reguli la aportació d'energia a la mateixa. Això es pot fer per control de temperatura o cabal actuant sobre una vàlvula de repartiment, de tres vies tot o res, bombes de circulació, o per combinació de diversos mecanismes.

4.1.3.11 Sistema de mesura

A més de els aparells de mesura de pressió i temperatura que permetin la correcta operació, per al cas d'instal·lacions majors de 20 m^2 s'haurà de disposar almenys d'un sistema analògic de mesura local i registre de dades que indiqui com a mínim les següents variables:

- a) temperatura d'entrada aigua freda de xarxa;
- b) temperatura de sortida acumulador solar;
- c) cabal d'aigua freda de xarxa.

El tractament de les dades proporcionarà almenys l'energia solar tèrmica acumulada al llarg del temps.

4.1.4 Components

4.1.4.1 Captadors solars

Els captadors amb absorbent de ferro no poden ser utilitzats sota cap concepte.

Quan s'utilitzin captadors amb absorbent d'alumini, obligatòriament s'utilitzaran fluids de treball amb un tractament inhibidor dels ions de coure i ferro.

El captador portarà, preferentment, un orifici de ventilació de diàmetre no inferior a 4 mm situat a la part inferior de manera que puguin eliminar acumulacions d'aigua en el captador. L'orifici es realitzarà de manera que l'aigua pugui drenar en la seva totalitat sense afectar el aïllament.

Es muntarà el captador, entre els diferents tipus existents al mercat, que millor s'adapti a les característiques i condicions de treball de la instal·lació, seguint sempre les especificacions i recomanacions donades pel fabricant .

Les característiques òptiques del tractament superficial aplicat al absorbidor, no han de quedar modificades substancialment en el transcurs del període de vida previst pel fabricant, fins i tot en condicions de temperatures màximes del captador.

La carcassa del captador ha d'assegurar que a la coberta s'evitin tensions inadmissibles, fins i tot sota condicions de temperatura màxima assolible pel captador.

4. Plec de condicions

El captador portarà en lloc visible una placa en què constin, com a mínim, les dades següents :

- a) nom i domicili de l'empresa fabricant, i eventualment el seu anagrama;
- b) model, tipus, any de producció;
- c) nombre de sèrie de fabricació;
- d) àrea total del captador;
- e) pes del captador buit, capacitat de líquid;
- f) pressió màxima de servei.

Aquest placa estarà redactada com a mínim en castellà i pot ser impresa o gravada amb la condició que asseguri que els caràcters romanen indelebles.

4.1.4.2 Acumuladors

Quan el intercanviador estigui incorporat a l'acumulador , la placa d'identificació indicarà a més, les següents dades:

- a) superfície d'intercanvi tèrmic en m²;
- b) pressió màxima de treball, del circuit primari.

Cada acumulador vindrà equipat de fàbrica dels necessaris maneguets d'acoblament, soldats abans del tractament de protecció , per a les funcions següents:

- a) maniguets roscats per a l'entrada d'aigua freda i la sortida d'aigua calenta;
- b) registre embridat per inspecció de l'interior de l'acumulador i eventual acoblament del serpentí ;
- c) maniguets roscats per a l'entrada i sortida del fluid primari ;
- d) maniguets roscats per a accessoris com termòmetre i termòstat ;
- e) maniguet per al buidatge .

En qualsevol cas la placa característica de l'acumulador indicarà la pèrdua de càrrega del mateix.

Els dipòsits majors de 750 l disposaran d'una boca d'home amb un diàmetre mínim de 400 mm, fàcilment accessible, situada en un dels laterals del acumulador i prop de terra, que permeti l'entrada d'una persona a l'interior del dipòsit de manera senzilla, sense necessitat de desmuntar tubs ni accessoris;

L'acumulador estarà enterament recobert amb material aïllant i, és recomanable disposar una protecció mecànica en xapa pintada al forn, PRFV, o làmina de material plàstica.

Es poden utilitzar acumuladors de les característiques i tractaments descrits a continuació:

- a) acumuladors d'acer vitrificat amb protecció catòdica;

- b) acumuladors d'acer amb un tractament que assegurí la resistència a temperatura i corrosió amb un sistema de protecció catòdica;
- c) acumuladors d'acer inoxidable adequat al tipus d'aigua i temperatura de treball.
- d) acumuladors de coure;
- e) acumuladors no metàl·lics que suportin la temperatura màxima del circuit i estigui autoritzada seva utilització per les companyies de subministrament d'aigua potable;
- f) acumuladors d'acer negre (només en circuits tancats, quan l'aigua de consum pertanyi a un circuit terciari);
- g) els acumuladors s'ubicaran en llocs adequats que permetin la seva substitució per envelliment o avaries.

4.1.4.3 Intercanviador de calor

Qualsevol intercanviador de calor existent entre el circuit de captadors i el sistema de subministrament al consum no hauria de reduir l'eficiència del captador degut a un increment en la temperatura de funcionament de captadors.

Si en una instal·lació a mida només es fa servir un intercanviador entre el circuit de captadors i el acumulador, la transferència de calor de l'intercanviador de calor per unitat d'àrea de captador no hauria de ser menor que $40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

4.1.4.4 Bombes de circulació

Els materials de la bomba del circuit primari seran compatibles amb les mescles anticongelants i en general amb el fluid de treball utilitzat.

Quan les connexions dels captadors són en paral·lel, el cabal nominal serà el mateix cabal unitari de disseny multiplicat per la superfície total de captadors en paral·lel.

La potència elèctrica paràsita per a la bomba no hauria d'excedir els valors donats en la taula següent:

<i>Sistema</i>	<i>Potencia eléctrica de la bomba</i>
Sistemas pequeños	50 W o 2 % de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores
Sistemas grandes	1 % de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores

Taula 58 Potencia elèctrica de la bomba

La potència màxima de la bomba especificada anteriorment exclou la potència de les bombes dels sistemes de drenatge amb recuperació, que només és necessària per omplir el sistema després d'un drenatge.

La bomba permetrà efectuar de forma simple l'operació de sortida d'aire o purga.

4.1.4.5 Canonades

A les canonades del circuit primari podran utilitzar com a materials el coure i l'acer inoxidable, amb unions roscades, soldades o embridades i protecció exterior amb pintura anticorrosiva.

Al circuit secundari o de servei d'aigua calenta sanitària, es pot utilitzar coure i acer inoxidable. Es poden utilitzar materials plàstics que suportin la temperatura màxima del circuit i que li siguin d'aplicació i estigui autoritzada la seva utilització per les companyies de subministrament d'aigua potable.

4.1.4.6 Vàlvules

L'elecció de les vàlvules es realitzarà, d'acord amb la funció que exerceixin i les condicions extremes de funcionament (pressió i temperatura) seguint preferentment els criteris que a continuació se citen:

- a) per a aïllament: vàlvules d'esfera;
- b) per equilibrat de circuits: vàlvules de seient;
- c) per a buidatge: vàlvules d'esfera o de mascle;
- d) per a ompliment: vàlvules d'esfera;
- e) per purga d'aire: vàlvules d'esfera o de mascle;

f) per a seguretat: vàlvula de ressort;

g) per retenció: vàlvules de disc de doble comporta, o de clapeta.

Les vàlvules de seguretat, per la seva important funció, han de poder derivar la potència màxima del captador o grup de captadors, fins i tot en forma de vapor, de manera que en cap cas sobrepassi la màxima pressió de treball del captador o del sistema.

4.1.4.7 Vasos d'expansió

Vasos d'expansió oberts

Els vasos d'expansió oberts, quan s'utilitzin com a sistemes d'ompliment o de farciment, disposaran d'una línia d'alimentació, mitjançant sistemes tipus flotador o similar.

Vasos d'expansió tancats

El dispositiu d'expansió tancada del circuit de captadors ha d'estar dimensionat de tal manera que, fins i tot després d'una interrupció del subministrament de potència a la bomba de circulació del circuit de captadors, just quan la radiació solar sigui màxima, es pugui restablir l'operació automàticament quan la potència estigui disponible de nou.

Quan el mitjà de transferència de calor pugui evaporar sota condicions d'estancament, cal realitzar un dimensionat especial del volum d'expansió: A més de dimensionar com és usual en sistemes de calefacció tancats (l'expansió del mitjà de transferència de calor complet), el dipòsit d'expansió haurà de ser capaç de compensar el volum del mitjà de transferència de calor a tot el grup de captadors complet incloent totes les canonades de connexió entre captadors més un 10%.

L'aïllament no deixarà zones visibles de canonades o accessoris, quedant únicament a l'exterior els elements que siguin necessaris per al bon funcionament i operació dels components. Els aïllaments emprats seran resistents als efectes de la intempèrie, ocells i rosegadors.

4.1.4.8 Purgadors

S'evitarà l'ús de purgadors automàtics quan es prevegi la formació de vapor en el circuit. Els purgadors automàtics han de suportar, almenys, la temperatura d'estancament del captador i en qualsevol cas fins a 130 ° C a les zones climàtiques I, II i III, i de 150 ° C a les zones climàtiques IV i V.

4.1.4.9 Sistema d'ompliment

Els circuits amb vas d'expansió tancat han d'incorporar un sistema d'ompliment manual o automàtic que permeti omplir el circuit i mantenir pressuritzat. En general, és molt recomanable l'adopció d'un sistema d'ompliment automàtic amb la inclusió d'un dipòsit de recàrrega o un altre dispositiu, de manera que mai s'utilitzi directament un fluid per al circuit primari les característiques incompleixin aquesta secció del Codi Tècnic o amb una concentració d'anticongelant més baixa. Serà obligatori quan, per l'emplaçament de la instal·lació, en alguna època de l'any pugui existir risc de gelades o quan la font habitual de subministrament d'aigua incompleixi les condicions de pH i puresa requerides en aquesta secció del Codi Tècnic.

En qualsevol cas, mai es podrà emplenar el circuit primari amb aigua de xarxa si les seves característiques poden donar lloc a incrustacions, deposicions o atacs al circuit, o si aquest circuit necessita anticongelant per risc de gelades o qualsevol altre additiu per al seu correcte funcionament.

Les instal·lacions que requereixin anticongelant han d'incloure un sistema que permeti el farcit manual del mateix.

Per disminuir els riscos de fallades s'evitaran les aportacions incontrolats d'aigua de reposició a els circuits tancats i l'entrada d'aire que pugui augmentar els riscos de corrosió originats per l'oxigen de l'aire. És aconsellable no utilitzar vàlvules d'ompliment automàtiques.

4.1.4.10 Sistema elèctric i de control

La localització i instal·lació dels sensors de temperatura ha d'assegurar un bon contacte tèrmic amb la part en la qual cal mesurar la temperatura, per aconseguir-ho en el cas de les de immersió s'instal·laran en contracorrent amb el fluid. Els sensors de temperatura han d'estar aïllats contra la influència de les condicions ambientals que l'envolten.

La ubicació de les sondes ha de realitzar de manera que aquestes mesurin exactament les temperatures que volen controlar, instal·lant els sensors a l'interior de beines i evitant les canonades separades de la sortida dels captadors i les zones d'estancament en els dipòsits.

Preferentment les sondes seran d'immersió. Es tindrà especial cura en assegurar una adequada unió entre les sondes de contactes i la superfície metàl·lica.

4.1.5 Manteniment

Sense perjudici de les operacions de manteniment derivades d'altres normatives, per englobar totes les operacions necessàries durant la vida de la instal·lació per assegurar el funcionament, augmentar la fiabilitat i prolongar la durada de la mateixa, es defineixen dos esglaons complementaris d'actuació:

4.1.5.1 Pla de vigilància

El pla de vigilància es refereix bàsicament a les operacions que permeten assegurar que els valors operacionals de la instal·lació siguin correctes. És un pla d'observació simple dels paràmetres funcionals principals, per verificar el correcte funcionament de la instal·lació.

Tindrà l'abast descrit a la taula següent:

<i>Elemento de la instalación</i>	<i>Operación</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Captadores	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados.
	Cristales	3	IV - Condensaciones en las horas centrales del día.
	Juntas	3	IV - Agrietamientos y deformaciones.
	Absorbedor	3	IV - Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV - Fugas.
	Estructura	3	IV - Degradación, indicios de corrosión.
Circuito primario	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV - Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín.
Circuito secundario	Termómetro	Diaria	IV - Temperatura.
	Tubería y aislamiento	6	IV - Ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte superior del depósito.

Taula 59 Pla de vigilància

4.1.5.2 Pla de manteniment

Són operacions d'inspecció visual, verificació d'actuacions i altres, que aplicats a la instal·lació han de permetre mantenir dins de límits acceptables les condicions de funcionament, prestacions, protecció i durabilitat de la instal·lació. El manteniment

implicarà, com a mínim, una revisió anual de la instal·lació per instal·lacions amb superfície de captació inferior a 20 m² i una revisió cada sis mesos per instal·lacions amb superfície de captació superior a 20 m².

El pla de manteniment ha de realitzar per personal tècnic competent que conegui la tecnologia solar tèrmica i les instal·lacions mecàniques en general. La instal·lació tindrà un llibre de manteniment en el qual es reflecteixin totes les operacions realitzades així com el manteniment correctiu.

El manteniment ha d'incloure totes les operacions de manteniment i substitució d'elements fungibles o desgastats per l'ús, necessàries per assegurar que el sistema funcioni correctament durant la seva vida útil.

A continuació es desenvolupen de forma detallada les operacions de manteniment que han realitzar-se en les instal·lacions d'energia solar tèrmica per a producció d'aigua calenta, la periodicitat mínima establerta (en mesos) i observacions en relació amb les prevencions a observar.

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Captadores	6	IV- Diferencias sobre original.
		IV- Diferencias entre captadores.
Cristales	6	IV- Condensaciones y suciedad.
Juntas	6	IV- Agrietamientos, deformaciones.
Absorbedor	6	IV- Corrosión, deformaciones.
Carcasa	6	IV- Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración.
Conexiones	6	IV- Aparición de fugas.
Estructura	6	IV- Degradación, indicios de corrosión y apriete de tornillos.
Captadores (*)	12	Tapado parcial del campo de captadores
Captadores (*)	12	Destapado parcial del campo de captadores
Captadores (*)	12	Vaciado parcial del campo de captadores
Captadores (*)	12	Llenado parcial del campo de captadores

Taula 60 Sistema de captació

IV: Inspecció visual

(*) Aquestes operacions es realitzaran, segons procedeixi, en el cas de que s'hagin optat per tapat o buidat parcial dels captador per prevenir sobreescalfament.

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo.
Ánodos de sacrificio	12	Comprobación del desgaste.
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento.
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad.

Taula 61 Sistema d'acumulació

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Intercambiador de placas	12	CF - Eficiencia y prestaciones.
	12	Limpieza.
Intercambiador de serpentín	12	CF - Eficiencia y prestaciones.
	12	Limpieza.

Taula 62 Sistema d'intercanvi

CF: Control de funcionament

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH.
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión.
Aislamiento al exterior	6	IV - Degradación protección uniones y ausencia de humedad.
Aislamiento al interior	12	IV - Uniones y ausencia de humedad.
Purgador automático	12	CF y limpieza.
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín.
Bomba	12	Estanqueidad.
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión.
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel.
Sistema de llenado	6	CF - Actuación.
Válvula de corte	12	CF - Actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento.
Válvula de seguridad	12	CF - Actuación.

Taula 63 Circuit hidràulic

CF: Control de funcionament

IV: Inspecció visual

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está bien cerrado para que no entre polvo.
Control diferencial	12	CF - Actuación.
Termostato	12	CF - Actuación.
Verificación del sistema de medida	12	CF - Actuación.

Taula 64 Control de funcionament

CF: Control de funcionament

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Sistema auxiliar	12	CF - Actuación.
Sondas de temperatura	12	CF - Actuación.

Taula 65 Sistema d'energia auxiliar

CF: Control de funcionament

Nota: per a instal·lacions menors de 20 m^2 es realitzarn conjuntament en l'inspecció anual les feines del pla de manteniment que tenen una freqüència de 6 i 12 mesos. No s'inclueixen els treballs propis del manteniment del sistema auxiliar

4.2 Solar fotovoltaica

4.2.1 Criteris generals de càlcul

4.2.1.1 Orientació inclinació i ombres

Les pèrdues de radiació causades per una orientació i inclinació del generador diferents a les òptimes, i per ombrejat, en el període de disseny, no seran superiors als valors especificats en següent taula

<i>Pérdidas de radiación del generador</i>	<i>Valor máximo permitido (%)</i>
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

Taula 66 Perdudes màximes permeses

S'avaluaran les pèrdues totals de radiació, incloent-se el càlcul en la Memòria de Sol·licitud.

4.2.1.2 Dimensionat del sistema

Independentment del mètode de dimensionament utilitzat per l'instal·lador, s'han de fer els càlculs mínims justificatius que s'especifiquen en aquest PCT.

Es realitzarà una estimació del consum d'energia d'acord amb el primer apartat del annex I.

Es determinarà el rendiment energètic de la instal·lació i el generador mínim requerit

($P_{mp, min}$) Per cobrir les necessitats de consum segons el que estipula l'annex I, apartat 3.4.

L'instal·lador pot triar la mida del generador i l'acumulador en funció de les necessitats d'autonomia del sistema, de la probabilitat de pèrdua de càrrega requerida i de qualsevol altre factor que vulgui considerar. La mida del generador serà, com a màxim, un 20% superior al $P_{mp, min}$ calculat. En aplicacions especials en les que es requereixin probabilitats de pèrdues de càrrega molt petites podrà augmentar la mida del generador,

justificant la necessitat i la grandària en la Memòria de Sol·licitud.

Com a norma general, l'autonomia mínima de sistemes amb acumulador serà de tres dies. Es calcularà l'autonomia del sistema per l'acumulador triat (d'acord amb l'expressió del apartat 3.5 de l'annex I). En aplicacions especials, instal·lacions mixtes eòlica-fotovoltaïques, instal·lacions amb carregador de bateries o grup electrogen de suport, etc. que no compleixin aquest requisit es justificarà adequadament.

Com a criteri general, es valorarà especialment l'aprofitament energètic de la radiació solar

4.2.1.3 Sistema de monitorització

El sistema de monitorització, quan s'instal·li, proporcionarà mesures, com a mínim, de les següents variables:

- Tensió i corrent CC del generador.
- Potència CC consumida, incloent l'inversor com a càrrega CC.
- Potència CA consumida si n'hi ha, excepte per instal·lacions la aplicació és exclusivament el bombament d'aigua.
- Comptador volumètric d'aigua per instal·lacions de bombament.
- Radiació solar al pla dels mòduls mesura amb un mòdul o una cèl·lula de tecnologia equivalent.
- Temperatura ambient a l'ombra.

Les dades es presentaran en forma de mitjanes horàries. Els temps d'adquisició, la precisió de les mesures i el format de presentació de les mateixes es farà conforme al document del JRC-Ispra "Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A", Report EUR16338 A

4.2.2 Components i materials.

4.2.2.1 Generalitats

Totes les instal·lacions hauran de complir amb les exigències de proteccions i seguretat de les persones, i entre elles les disposades en el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió o legislació posterior vigent.

Com a principi general, s'ha d'assegurar, com a mínim, un grau d'aïllament elèctric de tipus bàsic (classe I) per a equips i materials.

S'inclouran tots els elements necessaris de seguretat per protegir les persones davant a contactes directes i indirectes, especialment en instal·lacions amb tensions d'operació superiors a 50 V RMS o 120 V CC

.Es recomana la utilització d'equips i materials de aïllament elèctric de classe II.

S'inclouran totes les proteccions necessàries per protegir la instal·lació davant curtcircuits, sobrecàrregues i sobretensions.

Els materials situats a la intempèrie es protegiran contra els agents ambientals, en particular contra l'efecte de la radiació solar i la humitat. Tots els equips exposats a la intempèrie tindran un grau mínim de protecció IP65, i els d'interior, IP20.

Els equips electrònics de la instal·lació compliran amb les directives comunitàries de Seguretat Elèctrica i Compatibilitat Electromagnètica (ambdues podran ser certificades pel fabricant).

S'inclourà en la Memòria tota la informació requerida en l'annex II.

En la Memòria de Disseny o Projecte s'inclourà tota la informació de l'apartat 5.1.7, ressaltant els canvis que s'hagin pogut produir i el motiu dels mateixos. A la Memòria de Disseny o Projecte també s'inclouran les especificacions tècniques, proporciona nades pel fabricant, de tots els elements de la instal·lació.

Per motius de seguretat i operació dels equips, els indicadors, etiquetes, etc. Dels mateixos estaran en alguna de les llengües espanyoles oficials del lloc on se situa la instal·lació

4.2.2.2 Generador fotovoltaics

Tots els mòduls han de satisfer les especificacions UNE-EN 61215 per a mòduls de silici cristal·lí, UNE-EN 61646 per a mòduls fotovoltaics de capa prima, o UNE-EN 62108 per a mòduls de concentració, així com l'especificació UNE-EN 61730-1 i 2 sobre seguretat en mòduls FV. Aquest requisit es justificarà mitjançant la presentació del certificat oficial corresponent emès per algun laboratori acreditat.

El mòdul portarà de forma clarament visible i indeleble el model, nom o logotip del fabricant, i el número de sèrie, traçable a la data de fabricació, que permeti la seva identificació individual.

S'utilitzaran mòduls que s'ajustin a les característiques tècniques descrites a continuació. En cas de variacions respecte d'aquestes característiques, amb caràcter excepcional, caldrà presentar a la Memòria justificació de la seva utilització.

Els mòduls hauran de portar els díodes de derivació per evitar les possibles avaries de les cèl·lules i els seus circuits per ombrejats parcials, i tindran un grau de protecció IP65.

Els marcs laterals, si existeixen, seran d'alumini o acer inoxidable.

Perquè un mòdul resulti acceptable, la seva potència màxima i corrent de curtcircuit reals, referides a condicions estàndard hauran d'estar compreses en el marge del $\pm 5\%$ dels corresponents valors nominals de catàleg.

Serà rebutjat qualsevol mòdul que presenti defectes de fabricació, com trencaments o taques en qualsevol dels seus elements així com falta d'alineació en les cèl·lules, o bombolles al encapsulant.

Quan les tensions nominals en contínua siguin superiors a 48 V, l'estructura del generador i els marcs metàl·lics dels mòduls estaran connectats a una presa de terra, que serà la mateixa que la de la resta de la instal·lació.

S'instal·laran els elements necessaris per a la desconexió, de forma independent i en dos terminals, de cadascuna de les branques del generador.

En els casos en què s'utilitzin mòduls no qualificats, s'ha de justificar degudament i aportar documentació sobre les proves i assaigs a què han estat sotmesos. En qualsevol cas, tot producte que no compleixi alguna de les especificacions anteriors haurà comptar amb l'aprovació expressa del IDAE. En tots els casos s'han de complir les normes vigents d'obligat compliment.

4.2.2.3 Estructura suport

Es disposaran les estructures suport necessàries per muntar els mòduls i s'inclouran tots els accessoris que calguin.

L'estructura de suport i el sistema de fixació de mòduls permetran les necessàries dilatacions tèrmiques sense transmetre càrregues que puguin afectar la integritat dels mòduls, seguint les normes del fabricant.

L'estructura suport dels mòduls ha de resistir, amb els mòduls instal·lats, les sobrecàrregues del vent i neu, d'acord amb el que indica el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

El disseny de l'estructura es realitzarà per l'orientació i l'angle d'inclinació especificat pel generador fotovoltaic, tenint en compte la facilitat de muntatge i desmuntatge, i la possible necessitat de substitucions d'elements.

L'estructura es protegirà superficialment contra l'acció dels agents ambientals. La realització de trepants en l'estructura es durà a terme abans de procedir, si s'escau, al galvanitzat o protecció de la mateixa.

Els cargols emprada ha de ser d'acer inoxidable. En el cas que l'estructura sigui galvanitzada s'admetran cargols galvanitzats, exceptuant els de subjecció dels mòduls a la mateixa, que seran d'acer inoxidable.

Els límits de subjecció de mòduls, i la pròpia estructura, no faran ombra sobre els mòduls.

En el cas d'instal·lacions integrades en coberta que facin les vegades de la coberta de l'edifici, el disseny de l'estructura i l'estanquitat entre mòduls s'ajustarà a les exigències del Codi

Tècnic de l'Edificació hi ha les tècniques usuals en la construcció de cobertes.

Si està construïda amb perfils d'acer laminat conformat en fred, complirà la Norma MV 102 per garantir totes les seves característiques mecàniques i de composició química.

Si és del tipus galvanitzada en calent, complirà les normes UNE 37-501 i UNE 37-508, amb un gruix mínim de 80 micres, per eliminar les necessitats de manteniment.

4.2.2.4 Acumulador de plom-àcid

Es recomana que els acumuladors siguin de plom-àcid, preferentment estacionàries i de placa tubular. No es permetrà l'ús de bateries d'arrencada.

Per assegurar una adequada recàrrega de les bateries, la capacitat nominal de l'acumulador (en Ah) no excedirà en 25 vegades el corrent (a A) de curtcircuit en CEM del generador fotovoltaic. En el cas que la capacitat de l'acumulador triat sigui superior a aquest valor (Per existir el suport d'un generador eòlic, carregador de bateries, grup electrogen, etc.), Es justificarà adequadament.

La màxima profunditat de descàrrega (referida a la capacitat nominal de l'acumulador) no excedirà el 80% en instal·lacions on es prevegi que descàrregues tan profundes no seran freqüents. En aquelles aplicacions en què aquestes sobre descàrregues puguin ser habituals, com ara enllumenat públic, la màxima profunditat de descàrrega no superarà el 60%.

Es protegirà, especialment davant sobrecàrregues, a les bateries amb electrolit gelificat, de acord a les recomanacions del fabricant.

La capacitat inicial de l'acumulador serà superior al 90% de la capacitat nominal. En qualsevol cas, s'han de seguir les recomanacions del fabricant per a aquelles bateries que requereixin una càrrega inicial.

La auto descàrrega de l'acumulador a 20 ° C no excedirà el 6% de la seva capacitat nominal per mes.

La vida de l'acumulador, definida com la corresponent fins que la seva capacitat residual caigui per sota del 80% de la seva capacitat nominal, ha de ser superior a 1000 cicles, quan es descarrega l'acumulador fins a una profunditat de 50% a 20 ° C.

L'acumulador serà instal·lat seguint les recomanacions del fabricant. En qualsevol cas, s'ha d'assegurar el següent:

- L'acumulador es situarà en un lloc ventilat i amb accés restringit.
- S'adoptaran les mesures de protecció necessàries per evitar el curtcircuit accidental dels terminals de l'acumulador, per exemple, mitjançant cobertes aïllants.

Cada bateria, o vas, haurà d'estar etiquetat, almenys, amb la informació:

- Tensió nominal (V)

- Polaritat dels terminals
- Capacitat nominal (Ah)
- Fabricant (nom o logotip) i número de sèrie

4.2.2.5 Reguladors de càrrega

Les bateries es protegiran contra sobrecàrregues i sobre descàrregues. En general, aquestes proteccions seran realitzades pel regulador de càrrega, encara que aquestes funcions podran incorporar-se en altres equips sempre que s'asseguri una protecció equivalent.

Els reguladors de càrrega que utilitzin la tensió de l'acumulador com a referència per a la regulació hauran de complir els requisits següents:

- La tensió de desconexió de la càrrega de consum del regulador haurà de triar per que la interrupció del subministrament d'electricitat a les càrregues es produeixi quan el acumulador hagi assolit la profunditat màxima de descàrrega permesa (veure 5.4.3).

La precisió en les tensions de tall efectives respecte als valors fixats en el regulador serà de l'1%.

- La tensió final de càrrega ha d'assegurar la correcta càrrega de la bateria.
- La tensió final de càrrega s'ha de corregir per temperatura a raó de $-4\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ a $-5\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ per got, i estar en l'interval de $\pm 1\%$ del valor especificat.
- Es permetran sobrecàrregues controlades de l'acumulador per evitar l'estratificació de l' electròlit o per realitzar càrregues d'igualació.

Es permetrà l'ús d'altres reguladors que utilitzin diferents estratègies de regulació atenent a altres paràmetres, com ara, l'estat de càrrega de l'acumulador. En qualsevol cas, haurà d'assegurar una protecció equivalent de l'acumulador contra sobrecàrregues i sobre descàrregues.

Els reguladors de càrrega estaran protegits enfront de curtcircuits en la línia de consum.

El regulador de càrrega es seleccionarà perquè sigui capaç de resistir sense dany una sobrecàrrega simultània, a la temperatura ambient màxima, de:

- Corrent en la línia de generador: un 25% superior a la corrent de curtcircuit del generador fotovoltaic en CEM.

- Corrent en la línia de consum: un 25% superior a la corrent màxima de la càrrega de consum.

El regulador de càrrega hauria d'estar protegit contra la possibilitat de desconexió accidental de l'acumulador, amb el generador operant en les CEM i amb qualsevol càrrega. En aquestes condicions, el regulador hauria d'assegurar, a més de la seva pròpia protecció, la de les càrregues connectades.

Les caigudes internes de tensió del regulador entre els seus terminals de generador i acumulador seran inferiors al 4% de la tensió nominal (0,5 V per a 12 V de tensió nominal), per a sistemes de menys d'1 kW, i del 2% de la tensió nominal per a sistemes majors d'1 kW, incloent els terminals. Aquests valors s'especifiquen per a les següents condicions: corrent nul · la en la

línia de consum i corrent en la línia generador-acumulador igual a la corrent màxima especificada pel regulador. Si les caigudes de tensió són superiors, per exemple, si el regulador incorpora un díode de bloqueig, es justificarà el motiu en la Memòria de Sol · litud.

Les caigudes internes de tensió del regulador entre els seus terminals de bateria i consum seran inferiors al 4% de la tensió nominal (0,5 V per a 12 V de tensió nominal), per a sistemes de menys d'1 kW, i del 2% de la tensió nominal per a sistemes majors d'1 kW, incloent els terminals. Aquests valors s'especifiquen per a les següents condicions: corrent nul · la en la línia de generador i corrent en la línia acumulador-consum igual a la corrent màxima

especificada pel regulador.

Les pèrdues d'energia diàries causades per l'autoconsum del regulador en condicions normals d'operació han de ser inferiors al 3% del consum diari d'energia.

Les tensions de reconexió de sobrecàrrega i sobre descarrega seran diferents de les de desconexió, o bé estaran temporitzades, per evitar oscil·lacions desconexió-reconexió.

El regulador de càrrega haurà d'estar etiquetat amb almenys la següent informació:

- Tensió nominal (V)
- Corrent màxima (A)

- Fabricant (nom o logotip) i número de sèrie
- Polaritat de terminals i connexions

4.2.2.6 Inversor

Els requisits tècnics d'aquest apartat s'apliquen a inversors monofàsics o trifàsics que funcionen com a font de tensió fixa (valor eficaç de la tensió i freqüència de sortida fixos).

Per a altres tipus d'inversors s'asseguraran requisits de qualitat equivalents.

Els inversors seran d'ona sinusoïdal pura. Es permetrà l'ús d'inversors d'ona no sinusoïdal, si la seva potència nominal és inferior a 1 kVA, no produeixen mal a les càrregues i asseguruen una correcta operació d'aquestes.

Els inversors es connectaran a la sortida de consum del regulador de càrrega o en borns del acumulador. En aquest últim cas s'ha d'assegurar la protecció de l'acumulador davant sobrecàrregues i sobre descàrregues, d'acord amb el que especifica l'apartat 5.4. Aquestes proteccions podran estar incorporades en el propi inversor o es realitzaran amb un regulador de càrrega, en aquest cas el regulador ha de permetre breus baixades de tensió a l'acumulador per assegurar l'arrencada de l'inversor.

L'inversor ha d'assegurar una correcta operació en tot el marge de tensions d'entrada permeses pel sistema.

La regulació de l'inversor ha d'assegurar que la tensió i la freqüència de sortida estiguin en els següents marges, en qualsevol condició d'operació:

$$V_{NOM} +/ - 5\%, \text{ sent } V_{NOM} = 220 V_{RMS} \text{ o } 230 V_{RMS} \quad 50 \text{ Hz } +/ - 2\%$$

L'inversor serà capaç de lliurar la potència nominal de forma continuada, al marge de temperatura ambient especificat pel fabricant.

L'inversor ha d'arrencar i operar totes les càrregues especificades en la instal·lació, especialment aquelles que requereixen elevades corrents d'arrencada (TV, motors, etc.), sense interferir en la seva correcta operació ni a la resta de càrregues.

Els inversors estaran protegits enfront de les següents situacions:

- Tensió d'entrada fora del marge d'operació.
- Desconnexió de l'acumulador.

- Curtcircuit a la sortida de corrent altern.
- Sobrecàrregues que excedeixin la durada i límits permesos.

L'autoconsum de l'inversor sense càrrega connectada serà menor o igual al 2% de la potència nominal de sortida.

Les pèrdues d'energia diària ocasionades per l'autoconsum de l'inversor seran inferiors al 5% del consum diari d'energia. Es recomana que l'inversor tingui un sistema de "Stand-by" per reduir aquestes pèrdues quan l'inversor treballa en buit (sense càrrega).

El rendiment de l'inversor amb càrregues resistives serà superior als límits especificats a la taula II.

<i>Tipo de inversor</i>		<i>Rendimiento al 20 % de la potencia nominal</i>	<i>Rendimiento a potencia nominal</i>
Onda senoidal (*)	$P_{NOM} \leq 500 \text{ VA}$	> 85 %	> 75 %
	$P_{NOM} > 500 \text{ VA}$	> 90 %	> 85 %
Onda no senoidal		> 90 %	> 85 %

(*) Es considera que els inversors són d'ona sinusoidal si la distorsió harmònica total de la tensió de sortida

és inferior al 5% quan l'inversor alimenta càrregues lineals, des del 20% fins al 100% de la potència nominal.

Els inversors han d'estar etiquetats amb, almenys, la següent informació:

- Potència nominal (VA)
- Tensió nominal d'entrada (V)
- Tensió (V_{RMS}) i freqüència (Hz) nominals de sortida
- Fabricant (nom o logotip) i número de sèrie
- Polaritat i terminals

4.2.2.7 Cargues de consum

Es recomana utilitzar electrodomèstics de alta eficiència,

Es recomana utilitzar electrodomèstics d'alta eficiència.

S'utilitzaran làmpades fluorescents, preferiblement d'alta eficiència. No es permetrà l'ús de làmpades incandescentes.

Els llums fluorescents de corrent altern hauran de complir la normativa al respecte. Es recomana utilitzar llums que tinguin corregit el factor de potència.

En absència d'un procediment reconegut de qualificació de làmpades fluorescents de contínua, aquests dispositius hauran de verificar els següents requisits:

- El balast ha d'assegurar un encès segur en el marge de tensions d'operació,

i en tot el marge de temperatures ambientals previstes.

- El llum ha d'estar protegida quan:

- S'inverteix la polaritat de la tensió d'entrada.

- La sortida del balast és curtcircuitada.

- Opera sense tub.

- La potència d'entrada de la llum ha d'estar al marge de $\pm 10\%$ de la potència nominal.

- El rendiment lluminós del llum ha de ser superior a 40 lúmens /W.

- El llum ha de tenir una durada mínima de 5000 cicles quan s'aplica el següent reciclat: 60 segons encès / 150 segons apagat, una temperatura de 20 ° C.

- Les làmpades han de complir les directives europees de seguretat elèctrica i compatibilitat electromagnètica.

Es recomana que no s'utilitzin càrregues per a climatització.

Els sistemes amb generadors fotovoltaics de potència nominal superior a 500 W tindran, com a mínim, un comptador per mesurar el consum d'energia (excepte sistemes de bombament).

En sistemes mixtes amb consums amb continua i alterna,

En sistemes mixtos amb consums en contínua i alterna, bastarà un comptador per mesurar el consum en contínua de les càrregues CC i de l'inversor. En sistemes amb consums de corrent altern únicament, es col·locarà el comptador a la sortida de l'inversor.

Els endolls i preses de corrent per a corrent continu han d'estar protegits contra inversió de polaritat i ser diferents dels d'ús habitual per a corrent altern.

Per a sistemes de bombament d'aigua:

Els sistemes de bombament amb generadors fotovoltaics de potència nominal superior a 500 W tindran un comptador volumètric per mesurar el volum d'aigua bombada.

Les bombes estaran protegides enfront d'una possible falta d'aigua, ja sigui mitjançant un sistema de detecció de la velocitat de gir de la bomba, un detector de nivell o un altre dispositiu dedicat a aquesta funció.

Les pèrdues per fricció en les canonades i en altres accessoris del sistema hidràulic seran inferiors al 10% de l'energia hidràulica útil proporcionada per la motobomba.

S'ha d'assegurar la compatibilitat entre la bomba i el pou. En particular, el cabal bombejat no excedirà el cabal màxim extraïble del pou quan el generador fotovoltaic treballa en CEM. És responsabilitat del instal·lador sol·licitar al propietari del pou un estudi de caracterització del mateix. En absència d'altres procediments es pot seguir el que s'especifica en l'annex I

4.2.2.7 Cablejat

Tot el cablejat complirà amb el que estableix la legislació vigent.

Els conductors necessaris tindran la secció adequada per reduir les caigudes de tensió i els escalfaments. Concretament, per a qualsevol condició de treball, els conductors hauran de tenir la secció suficient perquè la caiguda de tensió sigui inferior, incloent qualsevol terminal intermedi, al 1,5% a la tensió nominal contínua del sistema.

S'inclourà tota la longitud de cables necessària (part contínua i / o alterna) per a cada aplicació concreta, evitant esforços sobre els elements de la instal·lació i sobre els propis cables.

Els positius i negatius de la part contínua de la instal·lació es conduiran separats, protegits i senyalitzats (codis de colors, etiquetes, etc.) d'acord amb la normativa vigent.

Els cables de l'exterior estaran protegits contra la intempèrie

4.2.2.8 Proteccions i posta a terra

Totes les instal·lacions amb tensions nominals superiors a 48 volts comptaran amb una presa de terra a la qual estarà connectada, com a mínim, l'estructura suport del generador i els marcs metàl·lics dels mòduls.

El sistema de proteccions assegurar la protecció de les persones enfront de contactes directes i indirectes. En cas d'existir una instal·lació prèvia no s'alteraran les condicions de seguretat de la mateixa.

La instal·lació estarà protegida davant curtcircuits, sobrecàrregues i sobretensions. es prestarà especial atenció a la protecció de la bateria davant curtcircuits mitjançant un fusible, disjuntor magnetotèrmic o un altre element que compleixi aquesta funció.

4.2.3 Recepció i proves

L'instal·lador lliurarà a l'usuari un document-albarà en el qual consti el subministrament de components, materials i manuals d'ús i manteniment de la instal·lació. Aquest document serà signat per duplicat per ambdues parts, conservant cadascuna un exemplar. Els manuals lliurats a l'usuari estaran en alguna de les llengües oficials espanyoles del lloc de l'usuari de la instal·lació, per facilitar la seva correcta interpretació.

Les proves a realitzar per l'instal·lador, amb independència de l'indicat amb anterioritat en aquest PCT, seran, com a mínim, les següents:

Funcionament i posada en marxa del sistema.

Prova de les proteccions del sistema i de les mesures de seguretat, especialment les del acumulador.

Concloes les proves i la posada en marxa es passarà a la fase de la recepció Provisional de la Instal·lació. L'Acta de Recepció Provisional no es firmarà fins haver comprovat que el sistema ha funcionat correctament durant un mínim de 240 hores seguides, sense interrupcions o parades causades per fallades del sistema subministrat. A més s'han de complir els següents requisits:

Lliurament de la documentació requerida en aquest PCT.

Retirada d'obra de tot el material sobrant.

Neteja de les zones ocupades, amb transport de tots els residus a abocador.

Durant aquest període el subministrador serà l'únic responsable de l'operació del sistema, encara que haurà ensinistrar a l'usuari.

Tots els elements subministrats, així com la instal·lació en el seu conjunt, estaran protegits davant defectes de fabricació, instal·lació o elecció de components per una garantia de tres anys, excepte per als mòduls fotovoltaics, per als quals la garantia serà de vuit anys comptats a partir de la data de la signatura de l'Acta de Recepció Provisional.

No obstant això, vençuda la garantia, l'instal·lador quedarà obligat a la reparació dels errors de funcionament que es puguin produir si s'apreciés que el seu origen procedeix de defectes ocults de disseny, construcció, materials o muntatge, comproment-se a subsanar sense càrrec algun. En qualsevol cas, s'ha d'atenir al que estableix la legislació vigent quant a vicis ocults.

4.2.4 Requeriments tècnics del contracte de manteniment.

4.2.4.1 Generalitats

Es realitzarà un contracte de manteniment (preventiu i correctiu), almenys, de tres anys.

El manteniment preventiu implicarà, com a mínim, una revisió anual.

El contracte de manteniment de la instal·lació inclourà les tasques de manteniment de tots els elements de la instal·lació aconsellats pels diferents fabricants.

4.2.4.2 Programa de manteniment

L'objecte d'aquest apartat és definir les condicions generals mínimes que s'han de seguir per al manteniment de les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica aïllades de la xarxa de distribució elèctrica.

Es defineixen dos esglaons d'actuació per englobar totes les operacions necessàries durant la vida útil de la instal·lació, per assegurar el funcionament, augmentar la producció i perllongar la durada de la mateixa:

- Manteniment preventiu
- Manteniment correctiu

Pla de manteniment preventiu: operacions d'inspecció visual, verificació d'actuacions i altres, que aplicades a la instal·lació han de permetre mantenir, dins de límits acceptables, les condicions de funcionament, prestacions, protecció i durabilitat de la instal·lació.

Pla de manteniment correctiu: totes les operacions de substitució necessàries per assegurar que el sistema funciona correctament durant la seva vida útil. Inclou:

- La visita a la instal·lació en els terminis indicats en l'apartat 7.3.5.2, i cada vegada que l'usuari ho requereixi per avaria greu en la instal·lació.
- L'anàlisi i pressupost dels treballs i reposicions necessàries per al correcte funcionament de la mateixa.
- Els costos econòmics del manteniment correctiu, amb l'abast indicat, formen part del preu anual del contracte de manteniment. Podran no estar incloses ni la mà d'obra, ni les reposicions d'equips necessàries més enllà del període de garantia.

El manteniment ha de realitzar per personal tècnic qualificat sota la responsabilitat de l'empresa instal·ladora.

El manteniment preventiu de la instal·lació inclourà una visita anual en què es realitzaran, com a mínim, les següents activitats:

- Verificació del funcionament de tots els components i equips.
- Revisió del cablejat, connexions, platines, terminals, etc.
- Comprovació de l'estat dels mòduls: situació respecte al projecte original, neteja i presència de danys que afectin la seguretat i proteccions.

- Estructura suport: revisió de danys en l'estructura, deteriorament per agents ambientals els, oxidació, etc.
- Bateria: nivell de l'electròlit, neteja i greixatge de terminals, etc.
- Regulador de càrrega: caigudes de tensió entre terminals, funcionament d'indicadors, etc.
- Inversors: estat d'indicadors i alarmes.
- Caigudes de tensió en el cablejat de contínua.
- Verificació dels elements de seguretat i proteccions: preses de terra, actuació d'interruptors de seguretat, fusibles, etc.

En instal·lacions amb monitorització l'empresa instal·ladora de la mateixa realitzarà una revisió cada sis mesos, comprovant el calibratge i neteja dels mesuradors, funcionament i calibratge del sistema d'adquisició de dades, emmagatzematge de les dades, etc.

Les operacions de manteniment realitzades es registraran en un llibre de manteniment.

4.2.4.3 Garanties

Àmbit general de la garantia:

Sense perjudici d'una possible reclamació a tercers, la instal·lació serà reparada d'acord amb aquestes condicions generals si ha sofert una avaria a causa d'un defecte de muntatge o de qualsevol dels components, sempre que hagi estat manipulada correctament d'acord amb el que estableix el manual d'instruccions.

La garantia es concedeix a favor del comprador de la instal·lació, la qual cosa s'ha de justificar degudament mitjançant el corresponent certificat de garantia, amb la data que s'acrediti en el lliurament de la instal·lació.

Terminis:

El subministrador garantirà la instal·lació durant un període mínim de tres anys, per a tots els materials utilitzats i el muntatge. Per als mòduls fotovoltaics, la garantia serà de vuit anys.

Si s'hagués d'interrompre l'explotació del sistema a causa de raons de les que és responsable el subministrador, o reparacions que hagi de realitzar per complir les

estipulacions de la garantia, el termini es perllongarà per la durada total d'aquestes interrupcions.

Condicions econòmiques:

La garantia inclou tant la reparació o reposició dels components i les peces que puguin resultar defectuoses, com la mà d'obra.

Queden inclosos les despeses següents: temps de desplaçament, mitjans de transport, amortització de vehicles i eines, disponibilitat d'altres mitjans i eventuais ports de recollida i devolució dels equips per a la seva reparació en els tallers del fabricant.

Així mateix, s'ha d'incloure la mà d'obra i materials necessaris per efectuar els ajustos i eventuais reglatges del funcionament de la instal·lació.

Si, en un termini raonable, el subministrador incompleix les obligacions derivades de la garantia, el comprador de la instal·lació podrà, prèvia notificació escrita, fixar una data final perquè aquest subministrador compleixi amb les seves obligacions. Si el subministrador no compleix amb seves obligacions en el termini últim, el comprador de la instal·lació podrà, per compte i risc del subministrador, realitzar per si mateix les oportunes reparacions, o contractar per això a un tercer, sense perjudici de la reclamació per danys i perjudicis en què hagi incorregut el subministrador.

Anul·lació de la garantia:

La garantia podrà anul·lar quan la instal·lació hagi estat reparada, modificada o desmuntada, si més no en part, per persones alienes al subministrador o als serveis d'assistència tècnica dels fabricants no autoritzats expressament pel subministrador, excepte en les condicions de l'últim punt de l'apartat 7.3.3.4.

Lloc i temps de la prestació:

Quan l'usuari detecti un defecte de funcionament en la instal·lació ho comunicarà fefaentment al subministrador. Quan el subministrador consideri que és un defecte de fabricació d'algun component ho comunicarà fefaentment al fabricant.

El subministrador atendrà l'avís en un termini màxim de 48 hores si la instal·lació no funciona, o d'una setmana si la decisió no afecta el funcionament.

Les avaries de les instal·lacions es repararan en el seu lloc d'ubicació pel subministrador.

Si l'avaria d'algun component no pogués ser reparada en el domicili de l'usuari, el component haurà de ser enviat al taller oficial designat pel fabricant per compte i a càrrec del subministrador.

El subministrador realitzarà les reparacions o reposicions de peces amb la major brevetat possible una vegada rebut l'avís d'avaria, però no es responsabilitzarà dels perjudicis causats per la demora en aquestes reparacions sempre que sigui inferior a 15 dies naturals.

5.ESTAT D'AMIDAMENTS

ÍNDEX ESTAT D'AMIDAMENTS

5. Estat d'amidaments	286
5.1 Relació de partides.....	286
5.2 Estat d'amidaments per partides	287
5.2.1 Partida Instal·lació solar tèrmica	287
5.2.1 Partida Bombeig fotovoltaic.	288
5.2.1 Partida instal·lació fotovoltaica.....	289

5. Estat d'amidaments

5.1 Relació de partides

Per al desglossament de l'estat d'amidaments i del pressupost, la relació d'elements que formen part de la instal·lació s'ha dividit en 3 partides, segons el tipus d'instal·lació:

- Partida 1: Instal·lació Solar tèrmica
- Partida 2: Instal·lació Bombeig Solar
- Partida 3: Instal·lació Fotovoltaica

5.2 Estat d'amidaments per partides

5.2.1 Partida Instal·lació solar tèrmica

<i>Descripció</i>	<i>Quantitat</i>	<i>Unitat</i>
Col·lector solar tèrmic SACLIMA model E21	1	unitat
Inter-acumulador ACS Logalux ER	1	1
Grup de bombeig FLOWSOL B	1	1
Vas d'expansió HYDRO-PRO 2litres	1	1
Dissipador de calor TERMOCAN 758w	1	1
Canonades de coure DN 18	12	metres
Aïllant canonades ARMAFLEX 18x3,5	12	metres
Garrafa de 10 litres fluid caloportador TYFOCOR	1	1
Estructura suport col·lector integrada coberta	1	1
Purgador automàtic Minivent-sol	1	1
Vàlvula d'esfera solar	6	unitat
Accessoris varis (colzes, bufador, cable connexionat bomba...)	1	1
Oficial 1ª instal·lador	6	hores
Ajudant instal·lador	6	hores

5.2.1 Partida Bombeig fotovoltaic.

<i>Descripció</i>	<i>Quantitat</i>	<i>Unitat</i>
Panell solar fotovoltaic SOLAR WORLD SW250	1	unitat
Equipo de bombeig (motor/bomba, regulador)	1	1
Canonades Polietilè PE 100 DN 50	60	metres
Accessoris varis connexionat bomba(colzes, ràcord, cable...)	1	1
Oficial 1 ^a instal·lador	6	hores
Ajudant instal·lador	6	hores

5.2.1 Partida instal·lació fotovoltaica

<i>Descripció</i>	<i>Quantitat</i>	<i>Unitat</i>
Panell solar fotovoltaic ATTERSA 300	1	unitat
Element 2V Bateria HOPPECKE 600 OPzS	24	unitats
Inversor SUNNY ISLAND 6.0H	1	unitats
Regulador SUNNY ISLAND CHARGER 50	1	unitat
SUNNY REMOTE CONTROL	1	untat
Cable 2X10	16	metres
Cable 1x70	2	metres
Accessoris varis (fusibles, porta fusibles, connectors		
Oficial 1 ^a instal·lador	6	hores
Ajudant instal·lador	6	hores

6. PRESSUPOST

ÍNDEX PRESSUPOST

6. Pressupost.....	294
6.1 Pressupost per partides.....	294
6.2.1 Partida Instal·lació solar tèrmica	294
6.2.1 Partida Bombeig fotovoltaic	295
6.2.1 Partida instal·lació fotovoltaica.....	296
6.2 Pressupost General.....	297

6. Pressupost

6.1 Pressupost per partides

6.2.1 Partida Instal·lació solar tèrmica

<i>Descripció</i>	<i>Quantitat</i>	<i>Unitat</i>	<i>Preu unitat (€)</i>	<i>Total (€)</i>
Col·lector solar tèrmic SACLIMA model E21	1	unitat	300	300
Inter-acumulador ACS Logalux ER	1	1	520	520
Grup de bombeig FLOWSOL B	1	1	400	400
Vas d'expansió HYDRO-PRO 2litres	1	1	30	30
Dissipador de calor TERMOCAN 758w	1	1	250	250
Canonades de coure DN 18 x1	12	metres	3,96	47,52
Aïllant canonades ARMAFLEX 18x3,5	12	metres	0,90	10,8
Garrafa de 10 litres fluid caloportador TYFOCOR	1	1	30	30
Estructura suport col·lector integrada coberta	1	1	60	60
Purgador automàtic Minivent-sol	1	1	5	5
Vàlvula d'esfera solar	6	unitat	8	48
Accessoris varis (colzes, bufador, cable conexionat bomba,,,))	1	1	50	50
Oficial 1ª instal·lador	5	hores	23,78	118,9
Ajudant instal·lador	5	hores	20,41	102,05

6.2.1 Partida bombeig fotovoltaic

<i>Descripció</i>	<i>Quantitat</i>	<i>Unitat</i>	<i>Preu unitat (€)</i>	<i>Total (€)</i>
Panell solar fotovoltaic SOLAR WORLD SW250	1	unitat	220	220
Equipo de bombeig (motor/bomba, regulador) LORENTZ PS BOOST 330	1	unitat	800	800
Canonades Polietilè PE 100 DN 50	60	metres	1,15	69
Cable sonda nivell	70	metres	1,5	105
Accessoris varis connexionat bomba (colzes, ràcords, cable, terminals,,)	1	unitat	30	40
Oficial 1ª instal·lador	5	hores	23,78	118,9
Ajudant instal·lador	5	hores	20,41	102,05

6.2.1 Partida instal·lació fotovoltaica

Descripció	Quantitat	Unitat	Preu unitat (€)	Total (€)
Panell solar fotovoltaic ATTERSA 300	6	unitat	250	1500
Element 2V Bateria HOPPECKE 600 OPzS	24	unitats	183	4392
Inversor SUNNY ISLAND 6.0H	1	unitat	2800	2800
Regulador SUNNY ISLAND CHARGER 50	1	unitat	846,28	846,28
SUNNY REMOTE CONTROL	1	untat	190	190
Cable 2X10	16	metres	3	40
Cable 1x70	2	metres	10	20
Accessoris varis (fusibles, porta fusibles, connectors)			150	102,05
Oficial 1ª instal·lador	10	hores	23,78	237,8
Ajudant instal·lador	10	hores	20,41	204,1

6.2 Pressupost General

Partides	Total (€)
Partida 1: Instal·lació solar tèrmica	1972
Partida 2: Instal·lació bombeig solar	1455
Partida 3: Instal·lació fotovoltaica	10332,23
TOTAL PARTIDES	13759,23

Pressupost d'execució de material	13759,23
19% despeses generals	2614,21
6 % benefici industrial	825,55

Base imposable	17198,76
21 % IVA	3611,73

TOTAL PRESSUPOST	20810,49
-------------------------	-----------------

El pressupost d'EXECUCIÓ MATERIAL general de la instal·lació d'aquest projecte es **VINT-MIL VUIT-CENTS DEU AMB QUARANTA-NOU CÈNTIMS**

,